

VYSOKÁ ŠKOLA BÁŇSKÁ – TECHNICKÁ UNIVERZITA OSTRAVA
FAKULTA ELEKTROTECHNIKY A INFORMATIKY

KATEDRA ELEKTROTECHNIKY

Úprava bezpečnostního systému výtahu
Modification of Elevator Security System

Student:	Bc. Dominik Žižka
Vedoucí diplomové práce:	Ing. Petr Bernat, Ph.D.

Ostrava 2018

VŠB - Technická univerzita Ostrava
Fakulta elektrotechniky a informatiky
Katedra elektroenergetiky

Zadání diplomové práce

Student: **Bc. Dominik Žižka**
Studijní program: N2649 Elektrotechnika
Studijní obor: 3907T001 Elektroenergetika
Téma: **Úprava bezpečnostního systému výtahu.
Modification of Elevator Security System.**

Jazyk vypracování: čeština

Zásady pro vypracování:

Výtahová technologie, výkonové, řídicí a bezpečnostní systémy.
Návrh úpravy snímání a vyhodnocení pohybu výtahu.
Vyhodnocení funkce a přínosu navržené úpravy.

Seznam doporučené odborné literatury:

JANOVSKÝ, L., DOLEŽAL, J.: Výtahy a eskalátory, SNTL Praha, 1980
Katalogové listy, návody a dokumentace komerčních komponentů výtahové technologie.
ČSN ISO 4190-5, ČSN 27 4000 až 4017, ČSN-EN 80-1 až -83 a navazující normy pro výtahy a jejich bezpečnost.


Další dle pokynů vedoucího diplomové práce

Formální náležitosti a rozsah diplomové práce stanoví pokyny pro vypracování zveřejněné na webových stránkách fakulty.

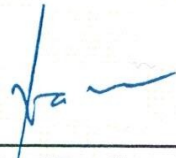
Vedoucí diplomové práce: **Ing. Petr Bernat, Ph.D.**

Datum zadání: 01.09.2017

Datum odevzdání: 30.04.2018


prof. Ing. Stanislav Rusek, CSc.
vedoucí katedry




prof. Ing. Pavel Brandštetter, CSc.
děkan fakulty

„Prohlašuji, že jsem tuto diplomovou práci vypracoval samostatně. Uvedl jsem všechny literární
prameny a publikace, ze kterých jsem čerpal.“

V Ostravě 30. 4. 2018



Bc. Dominik Žižka

Poděkování

Rád bych poděkoval svému vedoucímu diplomové práce Ing. Petru Bernatovi, Ph.D. za ochotu, cenné rady a vstřícný přístup. Rovněž děkuji zástupcům společnosti Elektropohony spol. s r. o., Výtahy – Elektro Žižka spol. s r. o. a FRONTIER COMPONENTS s r. o. za poskytnuté materiály. Dále děkuji společnosti EATON Elektrotechnika s. r. o. za zapůjčení bezpečnostního relé EasySafety ES4P-221-DRXD1.

Abstrakt

Diplomová práce se zabývá rozšířením bezpečnostního systému proti nekontrolovatelnému pohybu či pádu výtahové klece. Podstatou práce je návrh tohoto bezpečnostního systému a jeho jednotlivých komponentů, jejich komunikace a řízení v případě poruchy nebo disfunkce stávajícího bezpečnostního systému s nebo bez OPNPK. Tento doplňkový bezpečnostní systém bude snímat pohyb nosných lan v trakčním kole pohonu výtahu a tím detekovat stav trakce a nekontrolovaný pohyb klece. V případě zaznamenání prokluzu nebo nežádoucího pohybu klece vybaví tento systém výtahový stroj mimo provoz, nebo vydá povel k elektrickému vybavení zachycovačů.

Klíčová slova

Výtah, bezpečnost, zachycovač, omezovač rychlosti, pohon, En-kodér, frekvenční měnič

Abstract

The diploma thesis deals with the extension of the security system against the uncontrolled movement or crash of the elevator cage. The essence of the thesis is the design of this security system and its individual components, their communication and control in the event of failure or malfunction of the existing security system with or without OPNPK. This additional safety system will detect the movement of the supporting ropes in the traction wheel of the lift drive, thereby detecting the traction and uncontrolled movement of the cage. In the event of a slip or unwanted movement of the cage, the system will either make the elevator machine out of service or issue a command to the electrical equipment of the trap to take effect.

Key words

Lift, safety, trapper, speed limiter, drive, En-coder, frequency converter

Obsah

Seznam použitých symbolů a zkratk	8
Seznam ilustrací	9
Seznam tabulek	10
1 Úvod	11
2 Výtahová technologie	12
2.2 Výtah	12
2.3 Historie výtahu	12
2.4 Základní typy výtahů	14
2.4.1 Typy výtahů dle ČSN 27 4010	14
2.4.2 Technické provedení výtahů	15
3 Konstrukční a bezpečnostní prvky výtahu	16
3.1 Omezovač rychlosti	16
3.1.1 Omezovač rychlosti s OPNPK	19
3.2 Zachycovače	19
3.2.1 Klouzavé zachycovače	20
3.2.2 Zkouška zachycovačů	20
3.2.3 Obecné podmínky zachycovačů	21
3.2.4 Instalace zachycovače	21
3.2.5 Použití a údržba	22
3.3 Vodítka	23
3.4 Ocelová lana	24
3.5 Hnací kotouč (trakce)	24
3.6 Dvojčinná elektromagnetická brzda certifikovaná	25
3.7 Klasická čelist'ová elektromagnetická brzda	26
4 Analýza rizik, ČSN EN 81-20	27
4.1 Analýza rizik	27

4.2	Popis vzniklých poruch v praxi	28
4.3	ČSN EN 81-20 Posuzování shody výtahů a jejich bezpečnostních komponent.....	28
5	Výkonové, řídicí a bezpečnostní systémy	34
5.1	Lineární aktuátor, funkce v doplňkovém bezpečnostním systému	34
5.1.1	Konstrukční popis pohonů	35
5.1.2	Údržba	35
5.2	Enkodér	36
5.2.1	Funkce enkodéru v doplňkovém bezpečnostním systému	36
5.3	Bezpečnostní relé EasySafety ES4P - 221 - DRXD1	37
5.3.1	Bezpečnostní funkční bloky	38
5.3.2	Konfigurace pomocí softwaru	39
5.3.3	Funkce bezpečnostního relé v doplňkovém bezpečnostním systému	40
5.4	UPS - Funkce záložního zdroje	41
5.5	Další komponenty	41
5.6	Rozmístění komponentů doplňkového bezpečnostního systému	42
6	Návrh úpravy snímání a vyhodnocení pohybu výtahu	43
6.1	Vstupy	45
6.2	Výstupy	46
7	Vyhodnocení funkce a přínosu navržené úpravy	48
8	Závěr	50
	Literatura	52
	Seznam příloh	53

Seznam použitých symbolů a zkratek

CE	Evropská shoda, což znamená, že výrobek splňuje evropské předpisy
ČSN	Česká technická norma
EMC	Elektromagnetická kompatibilita
EN	Evropská norma
ES	Prohlášení o shodě
GSM	Global System for Mobile Communication - systém mobilní komunikace
ISO	Mezinárodní organizace pro standardizaci
OPNPK	Ochrana proti nekontrolovatelnému pohybu klece (bývalá A3 z roku 2017), nově podle ČSN EN 81-20 odst. 5.6.7
OR	Omezovač rychlosti
UPS	Uninterruptible Power Supply – Nepřerušitelný zdroj napájení
VDC	Stejnoseměrné napětí
N	Newton – jednotka síly
Nm	Newton metr – jednotka momentu síly (krouticího momentu)
V	Volt - jednotka napětí
Ot/min	Otáčky za minutu
dB	Decibel – jednotka intenzity zvuku
m/s	Metr za sekundu – jednotka rychlosti
ss motor	Stejnoseměrný motor
mm	Milimetr – jednotka délky
m	Metr – jednotka délky
°C	Celsium – jednotka teploty

Seznam ilustrací

Obr. 2.1.	Siemensův motor: Pohon se šnekovým převodem.....	13
Obr. 3.1.a	Uspořádání omezovače rychlosti.....	17
Obr. 3.1.b	Napínací kladka lanka omezovače rychlosti.....	17
Obr. 3.2	Odstředivý omezovač rychlosti typ OR 2.....	18
Obr. 3.3	Kyvadlový omezovač rychlosti typ OR1 (s koncovým vypínačem).....	18
Obr. 3.4	Omezovač rychlosti s ochranou proti nekontrolovanému pohybu klece.....	19
Obr. 3.5	Pozice vybavovacího mechanismu zachycovače	22
Obr. 3.6	Výkres zachycovače.....	23
Obr. 3.7	Řez zachycovačem a vodítkem.....	23
Obr. 3. 8	Používané tvary drážek hnacích lanových kotoučů.....	25
Obr. 3.9	Pohled zepředu na bezpečnostní brzdu.....	25
Obr. 3.10	Pohled shora na bezpečnostní brzdu.....	26
Obr. 3.11	Konstrukce klasické výtahové brzdy.....	26
Obr. 5.1	Rozměry konstrukce lineárního aktuátoru.....	35
Obr. 5.2	Určení dostupných typů enkodéru.....	37
Obr. 5.3	Rozměry a konstrukce enkodéru C80.....	37
Obr. 5.4	Rozmístění komponentů doplňkového bezpečnostního systému.....	42
Obr. 6.1	Schéma programu bezpečnostního relé Easy safety.....	47

Seznam tabulek

Tab. 4. 1	Preventivní kontroly zabraňující poruchám	27
Tab. 5. 1	Typy pohonů podle parametrů	34

1 Úvod

Podmětem k práci je zvýšení bezpečnosti v provozech výtahů. Bezpečnostní předpisy a vybavení výtahu se stále rozšiřuje a zdokonaluje. V dnešní době je kladen velký důraz na bezpečnost při dopravě osob nebo osob pohybujících se kolem výtahových šachet.

Současný výtah je osazen několika desítky bezpečnostních prvků. Tato práce bude řešit poruchový nežádoucí stav, kdy jsou například opotřebeny vodící drážky trakce výtahu, nebo prokluz vodícího lana v drážce omezovače rychlosti. To má za následek pohyb lan v trakci i při zabrzděném motoru, nebo nekontrolovatelný pohyb klece i při vybaveném omezovači rychlosti, který je jediný bezpečnostní prvek, zkonstruován tak že i malý nenápadný prokluz rozpozná a zareaguje.

Omezovač rychlosti ale nesplní svou funkci, pokud je poškozen. Pokud dojde k přetržení lana na omezovači rychlosti, k vysmeknutí z kladek, nebo k prokluzu vodícího lana, zareagují v určitých případech koncové spínače, které vydají signál k zastavení motoru výtahu. V ostatních případech nemusí dojít k vybavení zachycovačů vůbec, nebo jen sporadicky. Tedy pokud je kabina zvedána jmenovitou rychlostí a dojde k tomuto typu poruchy poškození či opotřebení, není na výtahu již nic, co by jej zastavilo.

Můj návrh spočívá na principu elektrického vybavení zachycovačů pro oba směry a to za pomoci enkodéru, který bude snímat pohyb lan ve strojovně u trakce. Na základě snímání pohybu nosných lan bude systém tuto informaci zpracovávat a vyhodnocovat poruchu. Pokud dojde k jinému pohybu lan při rozjezdu nebo během jízdy bude okamžitě výtah zastaven. Tato porucha je již považována jako nezbytný zásah a vyžaduje kontrolu trakce či lan. Další typ poruchy bude snímán a vyhodnocován tehdy, když pohon výtahu nemá nebo již ukončil povel k jízdě, ale lana jsou stále v pohybu. Na tento typ poruchy navrhovaný doplňkový bezpečnostní systém bude reagovat tak, že ihned vydá pokyn k vybavení zachycovačů elektronicky.

V první části této diplomové práce jsou charakterizovány části výtahu související s tímto navrhovaným doplňkovým bezpečnostním systémem. Je zde uveden jejich popis a funkce nezbytná pro bezpečný provoz výtahu.

Druhá část se zabývá samotným programem bezpečnostního programovatelného relé EasySafety. Jsou zde popsány základní funkce a parametry programu a způsob jakým komunikuje s ostatními funkčními prvky. Dva typy programů zajistí použitelnost tohoto systému jak pro výtahy s klasickým OR, tak pro výtahy s rozšířenou funkcí OR+OPNPK.

Ve třetí a poslední části je sepsáno zhodnocení tohoto bezpečnostního systému. Jsou zde zdůrazněny připomínky, možné rozšíření tohoto systému, jeho seřízení a nastavení.

2 Výtahová technologie

Tato kapitola je zaměřena na charakteristiku pojmů z výtahové technologie a jeho historii. Postupně jsou charakterizovány typy výtahů, konstrukční prvky a prvky bezpečnostní, které jsou podstatou této práce.

2.2 Výtah

Výtahem se obecně rozumí strojní zařízení, které má za úkol dopravit osoby nebo náklad na určitou vzdálenost ve vertikálním směru. Jeho hlavní částí je kabina, která je spojena s rámem. Rám je veden pevnými vodítky, která jsou ukotvena ve výtahové šachtě. Zdvihací jednotkou výtahu je výtahový stroj, který je spojen s rámem jedním nebo vícenosnými lany, popřípadě řetězy, pásy. [2]

2.3 Historie výtahu

Již ve 3. století př. n. l. cítili lidé potřebu ulehčit si zvedání těžkých břemen do výšin. Vynalezli tak první zdvihadla, předchůdce dnešních výtahů. Znamý řecký myslitel Archimédes sestrojil první výtah velmi podobný těm, kterými jezdíme dnes. Kabina visela na konopném laně a do výšky ji zvedal ruční vrátek neboli rumpál. První výtah s bezpečnostním prvkem, kdy pád tlumily nafouknuté kožené měchy, vlastnil římský císař Nero. O mnoho let později byl ve Vatikánu postaven výtah, který byl poháněn šlapacím kolem. O králi Slunce, Ludvíku XIV. (1638 – 1715), se traduje, že velmi nerad chodil do schodů. I proto mu jeho dvorní stavitel Vallery v roce 1743 postavil výtah, tehdy nazývaný jako létající židle. Jako první použil protizávaží, které vyvažovalo konstrukci výtahu.

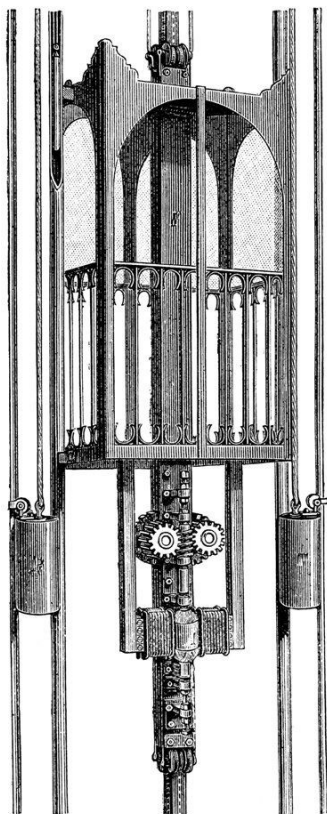
Prvním výtahem v obytném domě, byl pravděpodobně výtah Erharda Weigela zřízený roku 1670 v Jeně. Všichni prapředkové dnešního výtahu, byli tedy poháněni lidskou, případně zvířecí silou. Důležitým mezníkem nejen pro výtahařství byla průmyslová revoluce. Za její symbol je považován vynález parního stroje. Ten byl v oblasti konstrukce výtahů náležitě využit. V roce 1830 v anglickém městě Derby postavili Angličané Frost a Strutt první výtah na parní pohon.

V roce 1845 byl vynalezen první pneumatický výtah, o rok později byl uveden do provozu také první výtah s hydraulickým pohonem. Píst byl vložen do podzemního válce a kapalina (tehdy voda, dnes hydraulický olej), byla vstřikována do válce. Píst se tlakem vody zvedal a klesal, a tím se pohyboval i výtah. Tok vody ovládala obsluha lana určeného pro regulaci proudu vody. Hydraulické výtahy byly zvedány pístnicí umístěnou pod kabinou výtahu, nepotřebovaly tedy protizávaží ani bezpečnostní zařízení – kabina výtahu klesala samotíží pouze takovou rychlostí, jakou se odpouštěla voda z pístu. Později byla obsluha lany nahrazena pákovým ovládáním, které bylo přesnější a plynulejší.

Éra nových výtahů byla započata v roce 1853 vynálezem výtahu s použitím lana, kladky a závaží. Tento výtah zvedal břemena podél šachtové zdi. Výtah měl tedy podobu dnešní konstrukce, po stranách byl veden vodítky a měl bezpečnostní zařízení, tzv. zachycovače, které v případě přetržení lana zabrzdlily kabinu výtahu. Za tímto vynálezem, stojí dnes už výtahařská legenda Elisha G. Otis.

Otisův výtah byl samozřejmě mnohem výkonnější než jeho předchůdci, a tak byl nainstalován nejprve v New York Crystal Palace, kde překonával 2 podlaží. Poté v roce 1857 v obchodním domě E. V. Haughwout Co. v New Yorku, kde obsluhoval 5 podlaží rychlostí 0,2 m/s, což na tehdejší dobu byla nevídaná rychlost.

Velkých změn se konstrukce výtahu dočkala po vynálezu elektrických pohonů. V roce 1880 byl na výstavě v Mannheimu vystaven první výtah s tímto pohonem od německého elektrotechnika a podnikatele Wernera von Siemense. Jeho výtah měl elektromotor umístěný přímo pod podlahou a otáčel ozubeným pastorkem, který se tak posunoval po ozubeném hřebenu. S vývojem technologie se přesunul motor nad nejvyšší podlaží, kde poháněl lanový buben. Kabina tak byla opět zavěšena na lano. Nakonec však převládlo řešení, kdy je lano přehozeno přes lanovnici, kde je na jedné straně lano kabiny a na straně druhé lano závaží (tzv. lanové neboli trakční výtahy). Toto řešení nabídlo staronové použití závaží. Uspořila se tak energie a bylo možné používat výtahy do výškových budov. Tam byly bubnové výtahy nepoužitelné – vzhledem k délce lana by tyto bubny dosahovaly neúnosných rozměrů.



Obr. 2.1. - Siemensův motor: Pohon se šnekovým převodem[2]

V roce 1903 nahradil elektrický výtah ozubené převody a umožnil tak přepravovat náklad až 100 poschodí. Původní jednorychlostní motory byly nahrazeny motory multirychlostními a technologie elektromagnetu nahradila ruční přepínání a brzdění. Výtahy byly vybaveny ovládacími tlačítky a signálními systémy.

Od roku 1900 dochází k prudkému rozvoji výtahové techniky, především v USA, kde dochází k výstavbě výškových budov, a vznikla zde potřeba rychlé a ekonomické přepravy osob a nákladu mezi patry. Po druhé světové válce nastal další prudký rozmach výtahové techniky. Jednalo se o

řízení, pohony a další prvky výtahu. V té době dochází ke snahám o maximální typizaci a unifikaci výtahů a jejich částí. [2]

2.4 Základní typy výtahů

Osobní výtahy

Osobní výtah je určen pro dopravu osob a jejich zavazadel. Osobní výtahy jsou obvykle používány ve vícepatrových budovách, mohou sloužit k dopravě do podzemních staveb (například metro) nebo může sloužit k dopravě na veřejném prostranství, v podobné funkci jako lanovka. [2]

Nákladní výtahy

Nákladní výtah je určen pro přepravu zboží (někdy i s osobami, které zboží doprovázejí) ale i jiných předmětů. Nákladní výtahy bývají větší než osobní a jsou konstruovány pro těžší náklady od 2.000 kg. Nákladní výtahy mívají ručně ovládané dveře. Jsou opatřeny podlahou i stěnami odolnými proti poškození během nakládky a vykládky. Používají se i malé nákladní výtahy určené např. pro dopravu popelnic z kotelen, dopravu jídla v restauracích, ale i jiných předmětů.[2]

Stavební výtahy

Stavební výtah je dočasný výtah, používaný na stavbách.

Výtahy pro dopravu vozidel

Výtah pro dopravu vozidel je výtah užívaný pro dopravu automobilů do vyšších pater parkovací garáže nebo jiné budovy. [2]

2.4.1 Typy výtahů dle ČSN 27 4010

- | | |
|--|--|
| · Lůžkový výtah | · Typový výtah |
| · Výtah na dopravu knih | · Výtah pro dopravu vozidel |
| · Výtah na dopravu prutů zlata | · Stavebnicový výtah |
| · Hydraulický výtah s přímým pohonem | · Osobní výtah |
| · Výtah na dopravu spisů | · Osobonákladní výtah |
| · Výtah s dvěma klecemi (vzájemně se vyvažujícími) | · Osobní výtah s možností dopravy dětských kočárků |
| · Výtah s dvoupodlažními klecemi | · Stolový výtah |
| · Bubnový výtah | · Výtah s kinematicky vázaným pohonem |
| · Elektrický výtah | · Prefabrikovaný výtah |
| · Bezpřevodový výtah | · Výtah pro rodinné domy |
| · Výtah všeobecného určení | · Plošina s nůžkovým mechanismem |
| · Nákladní výtah | · Výtah se šroubovým pohonem |

- Osobonákladní výtah
- Ruční výtah
- Hydraulický výtah
- Šikmý výtah
- Výtah se silným provozem
- Výtah pro dopravu dopisů
- Výtah
- Výtah se slabým provozem
- Malý nákladní výtah
- Hydraulický výtah s bočním pohonem
- Jevištní výtah
- Schodišťový výtah
- Výtah pro dopravu nosítek
- Hydraulický výtah s nepřímým pohonem
- Výtah s třecím pohonem
- Panoramatický výtah

2.4.2 Technické provedení výtahů

Trakční výtahy

Trakční výtah má kabinu zavěšenou na soustavě lan, nebo pásů. Tažení kabiny je zajišťováno třecí silou na lana či pásy, přes trakční kotouč výtahového stroje. Pohyb kabiny je ulehčován vyvažovacím závažím. Pohon může být převodový (asynchronní) nebo bezpřevodový (synchronní). [2]

Bubnové výtahy

Bubnový výtah má kabinu zavěšenou na laně. Tento výtah nemá protizávaží, nosné lano je navíjeno na buben. Asi jedinou výhodou tohoto pohonu je možnost maximálního využití prostoru šachty. [2]

Hydraulické výtahy

Hydraulický výtah zdvihá svou kabinu pomocí hydraulických pístů. Písty jsou obvykle umístěné pod výtahem. Některé systémy však pohyb pístů přenášejí pomocí systému kladek a lan, což umožňuje delší dráhu výtahu. Dříve byl tento typ výtahů využíván např. tam, kde nebylo možné umístit strojovnu nad výtah (trakční výtah). Tato výhoda však již byla překonána možností umístění strojovny trakčního výtahu přímo do šachty. [2]

Oběžné výtahy (Páternostery)

Oběžný výtah, lidově páternoster je speciální typ výtahu skládající se z řetězu kabin. Z právního hlediska podle evropských a českých norem a předpisů nepatří mezi výtahy, ale pouze obecně mezi zdvihací zařízení (respektive mezi zdvihadla).[2]

3 Konstrukční a bezpečnostní prvky výtahu

Podstatou této kapitoly je podrobná charakteristika jednotlivých konstrukčních prvků, které souvisí s návrhem prvku bezpečnostního. Charakteristika těchto prvků je doplněna o jejich schémata a obrázky.

3.1 Omezovač rychlosti

Každý výtah skupiny A, B1 a D1, který má klec zavěšenou na ocelových lanech nebo pásech a stroj s hnacím lanovým kotoučem, musí mít zachycovače klece ovládané omezovačem rychlosti. Ostatní výtahy mohou mít zachycovače na kleci nebo na vyvažovacím závaží ovládané jiným způsobem, např. pružinou v závěsu stlačovanou tíhou klece.

Každý výtah musí být opatřen zařízením, které vypíná pohon výtahu a zabrzdí klec při jízdě oběma směry, jestliže dojde

- a) při rychlosti $v \leq 1,4$ m/s ke zvýšení o 40%,
- b) při rychlosti $1,4 < v \leq 2,8$ m/s ke zvýšení o 33%,
- c) při rychlosti $v > 2,8$ m/s ke zvýšení o 25%.

Toto zařízení může být buď společné s omezovačem rychlosti působícím přímo na zachycovače, nebo je samostatné, a v tom případě je nazýváme vypínací (zajišťovací) brzdou. U výtahů poháněných trojfázovými elektromotory, kde motor při chodu na dvě fáze udrží moment vznikající převahou na straně klece nebo vyvažovacího závaží, nemusí toto zařízení působit při jízdě klece směrem vzhůru. Podle výsledků provedených zkoušek každý správně volený indukční třífázový elektromotor vyvine v nesynchronní oblasti otáčení dostatečný brzdny moment k udržení dopravní rychlosti výtahu v mezích normy, pokud je použita šneková převodovka s účinností $\eta \geq 0,6$ až $0,7$.

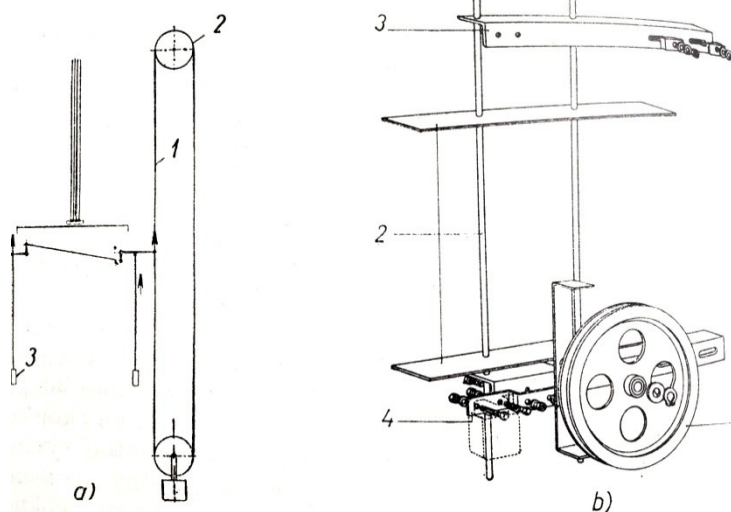
V zásadě je možné sdružit obě funkce, tj. vybavení zachycovačů při pádu klece při přetržení lan nebo při uvolnění nosné nebo tažné části výtahu a zároveň omezit rychlost výtahu v obou směrech jízdy při poruše pohonu v jednom omezovači rychlosti. V praxi se však obě funkce slučují jen v omezovačích rychlosti pro výtahy o větší dopravní rychlosti, kde $v > 1,4$ m/s, a u ostatních výtahů se běžně používá samostatný omezovač rychlosti pro vybavení zachycovačů a samostatná vypínací brzda umístěná přímo u výtahového stroje a často tvořící jeden celek s provozní brzdou výtahu.

Omezovače rychlosti, zkráceně označované též OR, jsou vždy přímo spojeny se zachycovači na kleci nebo též na vyvažovacím závaží ocelovým lankem, jehož průměr nemá být menší než 6 mm. Schéma uspořádání a pohonu OR znázorňuje Obr. 3. 2.

Vidíme, že OR má vždy kladku opatřenou klínovou drážkou, v níž probíhá lanko spojené s pákou zachycovačů na kleci. V prohlubni šachty je lanko napínáno napínací kladnou se závažím tak, aby trakční schopnost kladky OR vyvodila na páku zachycovačů alespoň sílu rovnou pětinasobku síly nutné pro bezpečné uvedení zachycovačů do funkce. Tímto požadavkem je určena tíha napínacího závaží, tak i tvar drážky na kladce OR. Rychlost otáčení kladky OR je tedy úměrná pracovní rychlosti klece výtahu, kterou omezovač rychlosti neustále kontroluje.

Omezovač rychlosti na Obr. 3. 3 nazýváme kyvadlovým, protože rychlost klece výtahu se kontroluje kyvadlem umístěným pod kladkou OR. Kladka je na jedné straně opatřena dvěma soustřednými klínovými drážkami, pracovní o větším průměru, a druhou o průměru rovném 60 % drážky pracovní. Tuto druhou drážku používáme pro vyzkoušení funkce OR a nazývá se proto zkušební. Na druhé straně kladky je oběžná dráha ve tvaru osmiúhelníku a na ni je tažnou pružinou trvale přitlačována opřýžovaná kladka spojená s čepem s kyvadlovou páčkou.

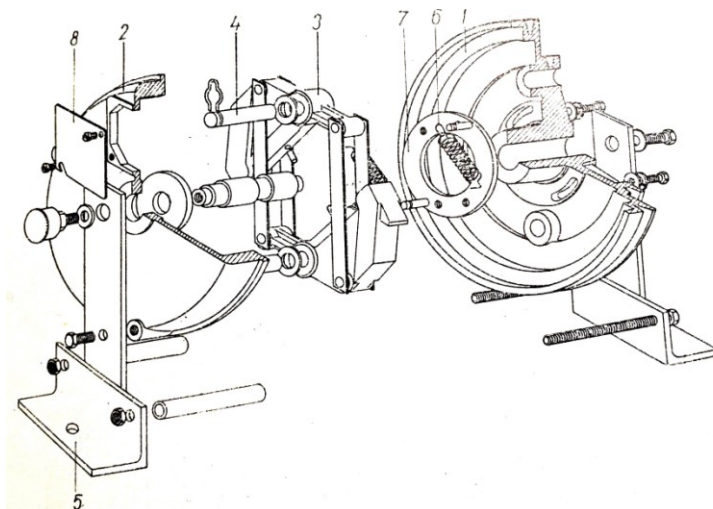
Jede-li klec dolů normální dopravní rychlostí nebo s úchytkou $\pm 35 \%$, valí se kladička po osmiúhelníku bez odskakování a dráha nosu kyvadla je synchronizována s kruhovou dráhou záchytných zubů na kladce omezovače. Při zvětšení dopravní rychlosti klece směrem dolů o 40 % se úměrně zvýší i rychlosti otáčení kladky omezovače a kladička počne odskakovat od osmihranné dráhy a vrací se zpět se zpožděním, čímž se poruší synchronizace pohybu, ozub na kyvadle zachytí za zub na kladce omezovače a kladka se proto ihned zastaví, a tím zadrží třením i poháněcí lano spojující omezovač rychlosti se zachycovacím ústrojím klece. Lanko spojující omezovač rychlosti se zachycovači tvoří uzavřenou smyčku tak, že je dole v prohlubni šachty napínáno kladkou zatíženou napínacím závažím. Závaží i kladka je vedena dvěma vodítky a dole pod závažím je spínač s rozpínacím kontaktem (0/1), který při velkém poklesu závaží přeruší zabezpečovací obvod výtahu, a tím výtah zastaví.[1]



Obr. 3.1.a Uspořádání omezovače rychlosti; 1 – lanko omezovače, 2 – omezovač rychlosti, 3 – zachycovač na kleci[1]

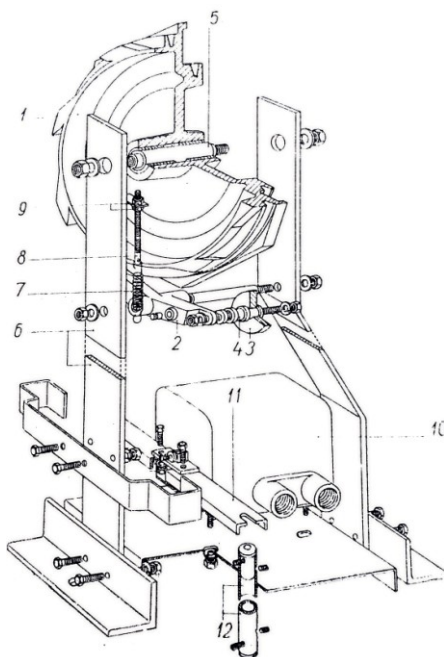
Obr. 3.1.b Napínací kladka lanka omezovače rychlosti; 1 – kladka, 2 – vodítka napínacího závaží, 3 – úhelník, jímž se celek upevní na vodítko klece, 4 – spínač kontrolující napnutí lana[1]

Napnutí lana omezovače rychlosti musí být dostatečně velké tak, aby při pohybu v místě propojení omezovače vznikala tažná síla alespoň 300 Nm. [1]



Obr. 3.2 - Odstředivý omezovač rychlosti typ OR 2[1]

1 – kladka omezovače rychlosti, 2 – záchytný věnec, 3 – závaží, 4 – čepy závaží, 5 – stojan omezovače rychlosti, 6 – pracovní pružina, 7 – otočný kroužek k regulaci napětí pracovních pružin, 8 – kryt otvoru pro regulaci pružin



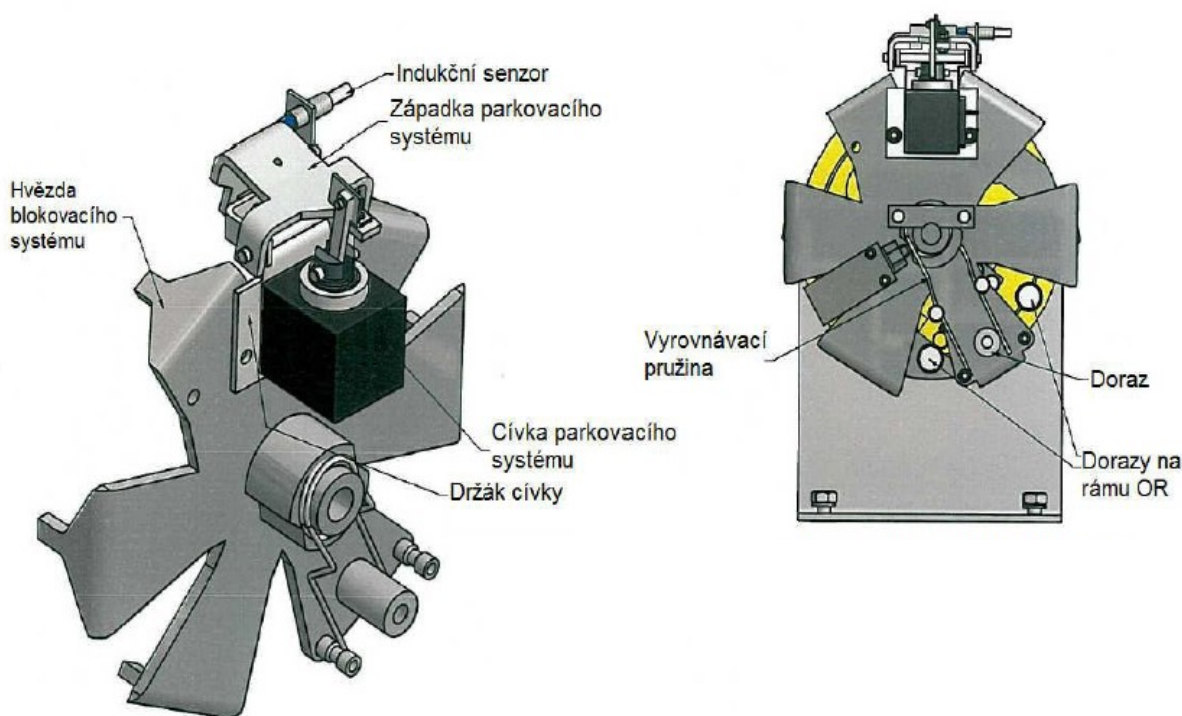
Obr. 3.3 - Kyvadlový omezovač rychlosti typ OR1 (s koncovým vypínačem) [1]

1 – kladka OR, 2 – kyvadlo, 3 – kladička, 4 – čep kladičky, 5 – čep kladky OR, 6 – stojan OR, 7 – pracovní pružina kyvadla, 8 – regulační šroub pružiny s maticemi, 9,10 – koncový vypínač, 11 – páčka koncového vypínače, 12 – narážka na lanku omezovače rychlosti, která vypne, přejede-li klec vypínač

3.1.1 Omezovač rychlosti s OPNPK

Na obrázku č. 3.4 je znázorněn a popsán omezovač rychlosti s ochranou proti nekontrolovanému nebo neúmyslnému pohybu klece. Jedná se o klasický omezovač rychlosti doplněn blokovacím systémem a západkou. Hvězda blokovacího systému je na tomto OR z důvodu překročení jmenovité nebo nastavené rychlosti. Západky vystředěné na pružinách kotouče se při zvýšení rychlosti vlivem odstředivé síly vychýlí a zasekne se o hvězdu, která zarazí dorazy na rámu omezovače.

Západka parkovacího systému slouží k takzvané kontrole pohybu klece při vypnutém pohonu. Jde o zabránění pohybu klece s otevřenými šachetními dveřmi, kdy by mohlo dojít k vážným zraněním pasažéru. Při vypnutém pohonu je západka v klidové poloze a zasekne OR už jen při vychýlení $\pm 20\text{mm}$, což je rezerva pohybu pro nakládání a vykládání. Jakmile dojde k pokynu k jízdě a jsou spojeny všechny bezpečnostní obvody klece, cívka parkovacího systému přitáhne západku a výtah se rozjede. Indukční senzor hlídá pozici západky. Vyrovnávací pružina udržuje hvězdu blokovacího systému v klidové poloze.



Obr. 3.4 Omezovač rychlosti s ochranou proti nekontrolovanému pohybu klece[11]

3.2 Zachycovače

Proti pádu je klec zajištěna zachycovači. Podle rychlosti kabiny mohou být použity zachycovače samosvorné, při větších rychlostech jen klouzavé. Ozubené klíny samosvorných zachycovačů jsou vedeny rybinovitou šikmou drážkou. Při jejich zvednutí se přiblíží k vodítku klece, zuby se o vodítko zachytí a zaseknou.

Zachycovače se uvádějí do činnosti lankem omezovače rychlosti Obr. 4 pomocí pákového mechanismu. Páka a táhlo s tlakovou pružinou zvedají klín. Tím se dosáhne zvednutí všech klínů do záběru s vodítkem. U velkých klecí s velkou vzdáleností mezi vodítky je nutno zachycovače pečlivě seřídit, aby nezachytávala jen jedna strana klece. Při nesprávném seřízení dochází k samovolnému zachycení klece, nebo k zachycení klece při vybavení zachycovačů vůbec nedojde. Spínač zachycovačů musí být seřízen tak, aby ihned při pohybu ovládací páky vypnul, ale aby nemohl být zapnut dříve, dokud ovládací páka není zpět ve své poloze. Vada v tomto seřízení může být velmi nebezpečná, poněvadž po nesprávném zapnutí spínače zachycovačů a po uvedení výtahového stroje do chodu při zaseknuté kleci může dojít k vydrhnutí drážek v trakčním kole, popřípadě k havárii výtahu. Havárie zaviněné touto příčinou jsou velmi těžké; nejvíce náchylné k havárii tohoto druhu jsou rozměrné klece těžkých nákladních výtahů. [1]

3.2.1 Klouzavé zachycovače

Výtahy s větší dopravní rychlostí než 0,71 m/s musí být vybaveny klouzavými zachycovači. Tyto klouzavé zachycovače musí zastavit klec se zátěží. Z jedné strany vodítka je výstředná vačka a z druhé strany klín s podélnými zuby. Vačka s klínem se může pohybovat kolmo k vodítkám v příslušném vedení. Toto zařízení je drženo ve své výchozí poloze pružinou. Výstředná vačka je ovládána pákovým mechanismem spojeným s lankem omezovače rychlosti. Při zvýšení rychlosti klece o příslušnou hodnotu podle normy se omezovač rychlosti zasekne a jeho lanko prostřednictvím pákového převodu otočí výstřednou vačkou, která se opře o vodítko klece a odtlačí zachycovací zařízení na stranu, takže do styku s vodítkem se dostane podélně ozubený klín.

Zachycovače jsou krajním opatřením proti pádu klece. Klece výtahu s vyšší rychlostí jsou zavěšeny nejméně na čtyřech lanech. Při pravidelných tříměsíčních revizích se kontrolují lana, závěsy, drážky, popřípadě prokluzu atd. nejsou známy případy, kdy došlo k přetržení všech lan.

Zkoušení zachycovačů u výtahů s vyšší rychlostí než 0,71 m/s je obtížné. Vodítka klece musí být pro vyšší dopravní rychlosti velmi pečlivě vyrobena a smontována. Při zkoušce zachycovačů v tomto případě dojde k jejich poškození. Nelze připustit, aby se vodítka v pravidelných obdobích takto poškozovala, a proto musí být ověřování funkce zachycovačů řešeno jiným způsobem.

Někteří zahraniční výrobci ověřují správnou funkci zachycovacího ústrojí tak, že se pomocí otáčkoměru kontroluje činnost omezovače rychlosti. Kontroluje se i tah, jehož může omezovač rychlosti dosáhnout ve svém lanku. Funkce zachycovacího zařízení se ověřuje jen při velmi pomalé rychlosti a prázdné kleci tahem za příslušnou páku. Funkce zachycovacího zařízení v plné rychlosti je ověřována pro každý typ ve zkušebně výrobce. [1]

3.2.2 Zkouška zachycovačů

Každý výtah musí být vybaven zachycovači, kromě výtahů typu C do nosnosti 100 kg (malé nákladní výtahy), typu B2 (nákladní výtahy do 500 kg, do jejichž klece osoby nesmějí vstupovat), typu B1 a D2 do nosnosti 1000 kg (avšak pouze v případě, že je klec zavěšena na Gallových řetězech, tj. nákladní výtahy se zakázanou dopravou osob, do jejichž klecí se vstupuje).

Při rychlosti klece větší než 0,71 m/s se musí použít zachycovačů klouzavých. Do této hmotnosti je možno použít zachycovačů libovolné konstrukce.

Způsob ovládání zachycovačů není v ČSN 27 4009, ČL 23, jednoznačně předepsán. Obvykle se zachycovače uvádějí v činnost omezovačem rychlosti, protože podle jiného požadavku ČSN 27 4009, ČL. 25, musí být výtah vybaven zařízením, které při překročení jmenovité rychlosti klece vypne řídicí obvod. Proto se výtahy standardně vybavují omezovačem rychlosti. Tento požadavek se neuplatňuje u výtahů skupiny C a D.

Není – li výtah vybaven omezovačem rychlosti, mohou se zachycovače zkoušet podrážecí zkouškou. Klec musí zůstat viset stejnoměrně na obou zachycovačích. Měření prokluzu nemá praktický význam, leda snad tehdy, dochází – li pro nedostatečnou tvrdost zubů ke smykům. V tom případě, je třeba zkoušku i několikrát opakovat. Potom se vymontují klíny a předběžně se posoudí pohledem stav zubů. Při podezření se klíny pošlou do výrobního závodu na zkoušku tvrdosti.

Je-li omezovač rychlosti správně seřízen, vyzkouší se funkce zachycovačů tak, že při jízdě klece směrem dolů se přivodí zaseknutí omezovače rychlosti. Zachycení klece se posuzuje právě tak jako při podrážecí zkoušce. Hlavně u větších klecí je třeba pečlivě kontrolovat, zda zachycení je stejnoměrně rozděleno na obě strany. Při uvedení zachycovačů do činnosti musí vypnout spínač zachycovačů. Je velmi důležité, aby tento bezpečnostní spínač nemohl být opět zapnut, dokud je klec na zachycovačích. U výtahu s rychlostí přes 0,71 m/s může být použito jen klouzavých zachycovačů, které zastaví klec na určité dráze tak, aby zpoždění při zachycení klece zatížené břemenem o tíze 80 kp nepřekročilo hodnotu 20 m/s^2 . Klouzavé zachycovače se uvádějí do činnosti výhradně omezovačem rychlosti, který má u rychlosti výtahů obvykle ještě další funkce. Ještě před vybavením zachycovačů ovlivňuje omezovač buzení generátoru ke snížení rychlosti, popřípadě vypínání řízení výtahu. Z těchto důvodů se omezovač rychlosti seřizuje výhradně otáčkoměrem a příslušné hodnoty se zapisují do protokolu o montážní zkoušce. [1]

3.2.3 Obecné podmínky zachycovačů

Každá dodávka zachycovačů je seřízena u výrobce podle požadovaných charakteristik:

Celková zátěž (P+Q) a tloušťka vodítka. Tyto charakteristiky, číslo EC a sériové číslo jsou uvedeny na štítku připevněnému k balení zachycovačů. [3]

Je absolutně zakázáno:

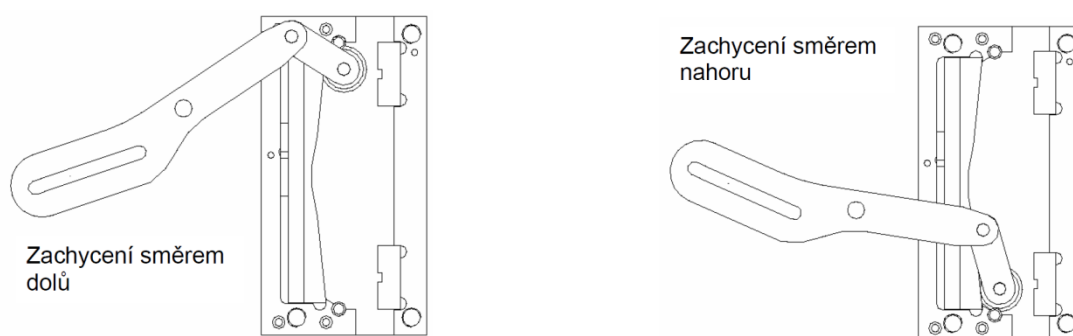
- a) Kombinovat a instalovat zachycovače s různými sériovými čísly.
- b) Použít sadu zachycovačů k instalaci s jinou specifikací než tou, která je uvedena na štítku.
- c) Zasahovat do jakékoliv součásti zachycovače. [3]

3.2.4 Instalace zachycovače

Norma vyžaduje, aby zachycovač byl instalován společně s bezpečnostním kontaktem typu AC - 15 nebo DC – 13 podle normy EN 60947-5-1.

Přípevňovací otvory pro zachycovače musí být na stranách rámu podle rozměrů a pozice uvedených v přiložených výkresech. Osa vodítka musí korespondovat s uchycením zachycovače.

Po upevnění zachycovačů a jejich propojení s vybavovacím zařízením by mělo být zkontrolováno, zda obě rolny pracují synchronizovaně dle vybavovacího zařízení. Výrobce rámu je zodpovědný za vhodné umístění zachycovačů a za jejich seřízení a správnou funkci vybavovacího zařízení. Čep rolny se v klidové pozici musí nacházet uprostřed ochranných desek. [3]



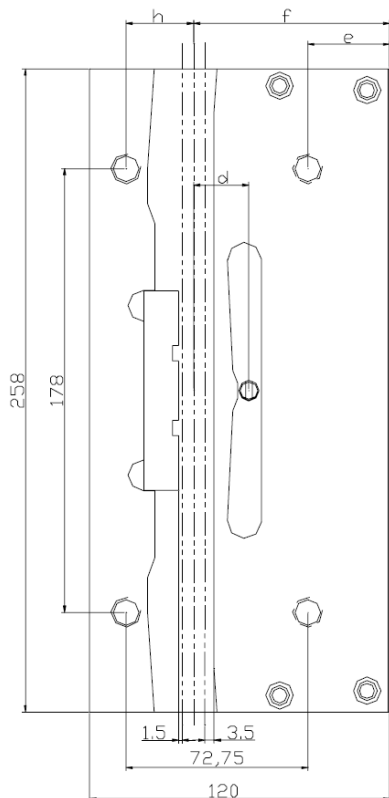
Obr. 3.5 - Pozice vybavovacího mechanismu zachycovače[3]

Jako doporučení pro uchycení zachycovačů na rám se uvádí, že utahovací moment šroubů 8.8 M12 je 79,09 Nm a pro šrouby 10.9 je tato hodnota 111 Nm. Rolna určená pro zachycení při pohybu dolů je označena písmenem „D”. Je velmi důležité, aby zachycovače byly upevněny ve správné pozici (tj. písmenem „D“ dolů). [3]

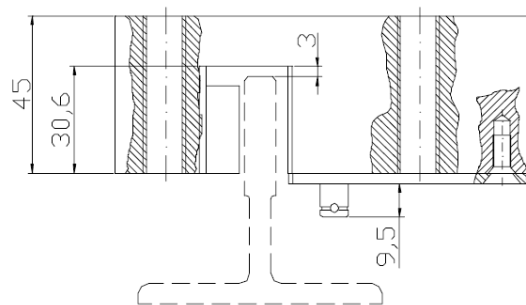
3.2.5 Použití a údržba

Nesplnění následujících předpisů může způsobit zpomalovací a brzdné hodnoty, které by mohly porušovat normu.

- a) Vodítka mohou být jak tažená, tak opracovaná. Povolené tolerance tloušťky vodítka jsou mezi 0 a +0,10 mm.
- b) Klouzavý zachycovač může být použit podle typu pouze pro typově dané jmenovité rychlosti a maximální vybavovací rychlosti omezovače.
- c) Šířka zachycovací plochy musí být 25 mm nebo větší
- d) Jestliže po sepnutí zachycovače nalezneme poškrábané plochy povrchu vodítka, mezi nimiž je menší vzdálenost než 1 m, doporučuje se výměna vodítka.
- e) Vodítka musí být mazána ISO VG 150 olejovým mazadlem. [3]



Obr.3.6 – Výkres zachycovače [3]



Obr.3.7 – Řez zachycovačem a vodítkem[3]

3.3 Vodítka

Klec i vyvažovací závaží výtahů musí být bezpečně vedeny ve své dráze vodítka, která nesmějí opustit. Výjimkou jsou pouze oběžné výtahy skupiny E, jejichž klece v horním i dolním přechodu svá vodítka opouštějí.

Jako vodítek se výhradně používá ocelových válcovaných nebo hladce tažených profilů jakosti 11311. Vodítka klece jsou vždy zavěšena buď nahoře v šachtě, nebo na podlaze strojovny, nebo jsou podepřena na dně prohlubně šachty. O způsobu zakotvení rozhoduje nosnost šachty, protože vodítka klece zachycují nejen vodorovné síly způsobené klecí při nakládání nebo nesouměrným zatížením klece, ale i brzdné síly při zachycení padající plně zatížené klece zachycovači.

Po celé délce zdvihu jsou vodítka v určitých vzdálenostech kotvena do stěn šachty výtahu. K zakotvení slouží různé druhy kotev podle toho, zda závaží pojíždí vedle klece nebo za ní.

Kotvení vodítek musí mít možnost posunu ve svislém směru tak, aby se vodítka dala opět vyrovnat při sesedání stavby, s nímž je nutno počítat hlavně u staveb montovaných z prefabrikovaných dílů. V tom případě se postupně uvolňují jednotlivé příchytky na kotvách a vodítka se opět vyrovnají do tolerovaných úchylek.

Jednotlivé spojky vodítek mají mít stejný průřez jako vodítko samo a používá se proto obvykle pro spojení stejný profil. Styk tyčí vodítek u osobních výtahů se má provést na zámek zcela hladce.

Připouští se výstupek na spoji do 0,2 mm u hladce tažených profilů. Při montáži nebo opravách vodiček se kontrolují spoje všech tří vodičích ploch, popřípadě se vybočení odstraní zabroušením spoje v délce alespoň 200 až 400 mm. [1]

3.4 Ocelová lana

Ocelová lana jsou během provozu výtahu podrobena značnému namáhání a opotřebování. Technický život lan je však ovlivněn i kvalitou patentovaného ocelového drátu, z něhož je lano vyrobeno. Vhodným materiálem na výrobu drátů se jeví ocel s menším obsahem uhlíku a s menší mezí pevnosti, protože mají vyšší mezi únavy i ohybu. Konstrukce lana též ovlivňuje jeho technický život, a proto pro bubnové stroje jsou výhodnější lana stejnosměrná. Tam, kde je lano svíráno klínovou drážkou hnacího kotouče, je vhodná konstrukce SEAL, protože vnější tlustší dráty lana lépe odolávají velkým bočním tlakům na lano v drážce. Již způsob pokládání nového lana ovlivňuje jeho budoucí opotřebení. Životnost lana závisí hlavně na počtu ohybů na poměru D/d (tj. poměru průměru nejmenší kladky k průměru lana) a na konstrukci drážky hnacího lanového kotouče.

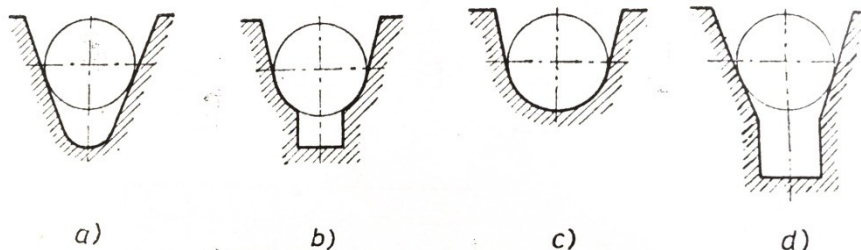
Zatížení lana ovlivňuje jeho životnost o opotřebení. Při menším zatížení lana se zmenšuje i jeho opotřebení. [1]

3.5 Hnací kotouč (trakce)

Hnací kotouče jsou vyrobeny z litiny. Pro tvar drážek je typická klínová drážka se zářezem. Má-li být dosaženo správné životnosti drážek i lan, musí být drážky přesně obrobeny. Nepřesnosti v obrobení drážek mají za následek nestejný tah v lanech a prokluzu v drážkách. K trvanlivosti drážek přispívá i dobrá technická úroveň pohonu výtahu. Tvrdé zastavování výtahu z velké rychlosti je příčinou zrychleného opotřebení drážek. Proto se kvalitní výtahy s rychlostí vyšší než 0,4 m/s neobejdou bez dvourychlostních motorů nebo stejnosměrných pohonů. Původní tvar klínové drážky se již po krátké době provozu změní. Lano si vymačká v boku zubu kruhovou dosedací plochu.

Trakční schopnost drážek se ověřuje statickou zatěžovací zkouškou s 200% zatížením a dynamickou zkouškou při pohybu klece směrem dolů se 150 % zatížením. Při dynamické zkoušce nesmí být prokluz při průměru ze tří zastavení větší než 1cm u klínových drážek a 2cm u polokruhových drážek.

Opotřebení musí být stejné ve všech drážkách. Všechna lana musí být vždy stejně hluboko v drážkách. Nejsou-li, posouvají se při jízdě výtahu proti sobě, protože jejich roztečné kružnice nejsou stejné. Lana jsou nestejně zatížena a jejich střídavým odlehčováním se stav výtahu rychle zhoršuje. [1]

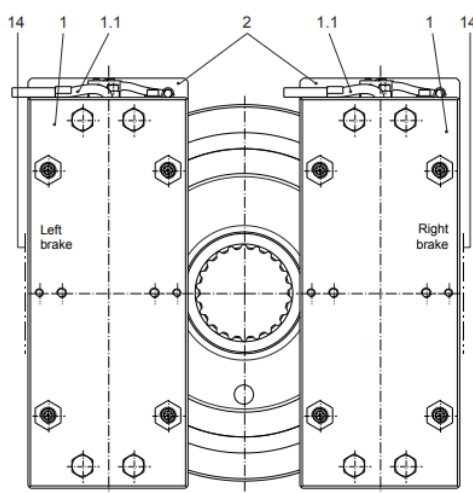


Obr. 3. 8 - Používané tvary drážek hnacích lanových kotoučů; a) drážka klínová bez zápichu, b) půlkruhová se zápichem, c) půlkruhová, d) klínová se zápichem[1]

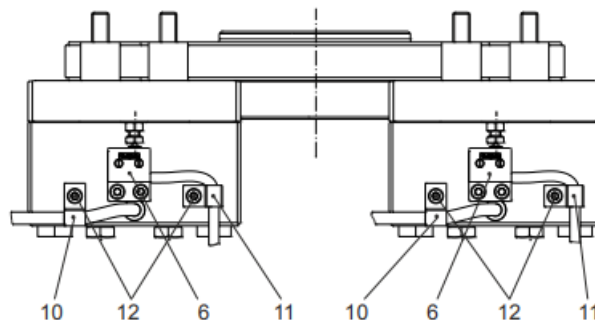
3.6 Dvojčinná elektromagnetická brzda certifikovaná

Funkce této brzdy je velmi důležitá, jelikož je tento výtahový komponent vedený jako bezpečnostní prvek. Tyto brzdy musí být certifikované a splňovat normu ČSN 81-20. V této normě není, v případě použití této certifikované dvojčinné brzdy, požadavek pro omezovače rychlosti s ochranou proti nekontrolovatelnému pohybu klece.

Tato brzda se skládá ze dvou na sobě nezávislých elektromagnetických cívek, které přes přítlačnou pružinu po přivedení napětí roztáhnou brzdové čelisti a tím odbrzdí výtahový stroj. Tato brzda je napájena ze dvou brzdových okruhů. Samotná brzda je navržena aby ihned reagovala při ztrátě napětí, tedy pokud nepřivedu napětí na elektromagnetické cívky, je brzda díky přítlačným pružinám zabrzděna. Obdobným způsobem fungují brzdy používané doposud. Hlavním rozdílem a taky dle mého názoru důvodem použití této brzdy jako certifikovaného bezpečnostního prvku je elektrické snímání její funkce. Tato brzda je vybavena mikrospínači, které kontrolují stav brzdy, tedy zda je brzda v zabrzděné poloze nebo ne. Další funkce mikrospínačů je hlídání opotřebení obložení. Tato brzda je složena ze dvou kvádrových brzd nezávislých na sobě, což vede k jejím malým rozměrům a snadné montáži. Montáž brzdy je provedena jako součástí motoru na statoru, ale brzdný kotouč je instalován přímo na hřídeli synchronního bezpřevodového stroje. Popis brzdy je na obrázku č. 3.8 a 3.9.



Obr. 3.9 Pohled zepředu na bezpečnostní brzdu; 1- sestava nosičů cívky; 1.1 - dvou vodičový připojovací kabel; 2 – disk kotvy; 14 – Typový štítek brzdy[8]



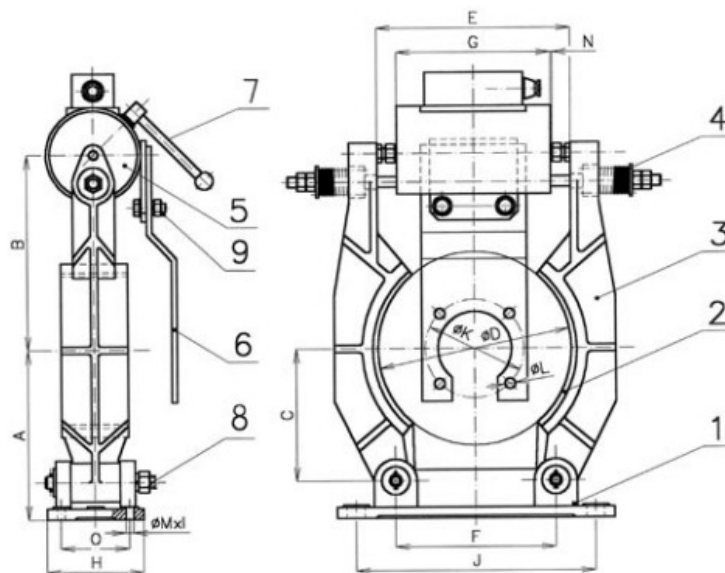
Obr. 3.10 Pohled shora na bezpečnostní brzdou[8]

6 – monitorovací sestava; 10 – Kabelová svorka pro napájení cívky; 11 – Kabelová svorka pro mikropsínač; 12 – šroubové čepičky

3.7 Klasická čelist'ová elektromagnetická brzda

Dvojčinná čelist'ová brzda je součástí výtahového pohonu. Sevření na brzdový kotouč je provedeno tlačnými pružinami, z nichž každá pružina nezávisle ovládá jednu čelist brzd. Odbrzdní je prováděno dvěma jednočinnými elektromagnety konstrukčně uspořádanými v jednom společném tělese. Celkové uspořádání a rozměry na obrázku č. 3.10.

Tuto brzdou je třeba seřídít při montáži jak brzdou, tak stroje. Při montáži stroje ve strojovně výtahu je nutné překontrolovat vystředění brzdou, brzděho kotouče, mezeru mezi ovládacím čepem kotvy elektromagnetu a opěrkou brzdové čelisti (0,3-0,5mm).



Obr. 3.11 Konstrukce klasické výtahové brzdou [10]

1 - stojánek brzdou; 2 - brzdové obložení; 3 - čelist brzdou; 4 - pružina brzdou; 5 – elektromagnet; 6 - držák brzdou; 7 - páka ručního rozbrzdění; 8 - matice šroubu pro uchycení na stojánek; 9 - šroub pro uchycení na držák brzdou

4 Analýza rizik, ČSN EN 81-20

Tato kapitola je zaměřena na přiblížení rizik, popis reálných poruch, nebo stavů vzniklých za běžných podmínek provozu výtahu a předepsaných nařízení podle uvedené normy. Cílem této kapitoly je nastínit účel návrhu doplňujícího bezpečnostního systému, který je předmětem této diplomové práce.

4.1 Analýza rizik

Na třecích kotoučích, kladkách a řetězových kolech se musejí provést opatření podle tabulky, která zabrání:

- a) zranění osob;
- b) vypadnutí uvolněných lan/řetězů z kladek nebo kol;
- c) vniknutí cizích těles mezi lano/řetěz a kladku/kolo.

Použitá zařízení musejí být provedena tak, aby rotující díly byly viditelné a aby nebránila kontrole a údržbě. Jsou-li perforovaná, velikost otvorů musí odpovídat tabulce 4 z EN 294/3857. Ochranná zařízení se smějí odejmout pouze při:

- a) výměně lan nebo řetězů;
- b) výměně kladek nebo řetězových kol;
- c) obnovování drážek. [7]

Tab. 4. 1 – Preventivní kontroly zabráňující poruchám

Tabulka

Umístění třecích kotoučů, odkláněcích kladek, řetězových kladek			Nebezpečí podle 9.7.1		
			a	b	c
na kleci	na střeše		x	x	x
	pod podlahou			x	x
na vyvažovacím nebo vyrovnávacím závaží				x	x
ve strojovně			x2)	x	x1)
v prostoru pro kladky				x	
v šachtě	v horní části šachty	nad klecí	x	x	
		vedle klece		x	
	mezi horní částí šachty a prohlubní			x	x1)
	v prohlubni		x	x	x
na omezovači rychlosti a jeho napínací kladce				x	x1)
x: nebezpečí je třeba uvažovat					
1) nutné jen, když lana nebo řetězy nabíhají na třecí kotouče nebo kladky nebo kola pod úhlem mezi 0° a 90° od vodorovné roviny					
2) ochranné opatření se musí skládat alespoň z vymezovacího krytu					

4.2 Popis vzniklých poruch v praxi

Již jsou známy případy, kdy kabina výtahu byla natolik přetížena, že při chodu směrem nahoru se kabina klece zastavila a začala přetahovat protiváhu. Tedy započala pohyb směrem dolů. Výtah je podle normy nastaven tak, že pokud během dvaceti vteřin nenajel na žádný snímač, je zastaven pohon výtahu.

Další případy prokluzu mohou nastat při nastupování do kabiny, kdy může dojít k vážným až smrtelným úrazům cestujících. V prvním případě je výtah 20 vteřin v pohybu aniž by věděl, kterým směrem se kabina pohybuje. OPNPK je v tomto stavu nečinná, jelikož má stále informaci, že je výtah v pohybu.

Další případy jsou známy, kdy omezovač rychlosti nefungoval nebo nezareagoval kvůli prokluzu lana v drážce OR. K tomuto může dojít mnoha způsoby například nedostatečnému závaží na napínací kladce umístěné v šachtě. Vodící lanko může kotouč OR uvést do rychlosti pro vybavení, ale jakmile dojde k zaseknutí, dojde v opotřeбенé drážce kotouče k prokluzu a vodící lanko nemá tedy potřebný odpor, aby vybavilo zachycovače.

Další případ může nastat, při zjištění lehkého závaží napínací kladky OR, kdy servisní pracovníci nebo údržba výtahu kladku zatíží natolik, že používáním výtahu dojde k značnému opotřeбенí vodící drážky omezovače a vodící lanko opět nemusí v takovémto případě vybavit zachycovače.

Případ, kdy se lanko vysmekne z vodící drážky OR, není ojedinělý. Vlivem znečištění výtahové šachty nebo konstrukční chyby by bylo lehké tuto možnost zcela vyloučit. Jsou již známy případy, kdy se na vodící lanko OR zachytí odpad (igelitová taška, obaly od potravin apod.). V takovém případě hrozí, že zmíněný odpad dorazí ke kladce a zapříčiní vysmeknutí lana. V tomto případě je OR tedy bez funkce a vybaví výtah pouze elektricky, ale není již jiného prvku, který by kabinu výtahu zastavil mechanicky na zachycovačích.

4.3 ČSN EN 81-20 Posuzování shody výtahů a jejich bezpečnostních komponent

ČSN EN 81-20-5.6.2.2

Prostředky pro vybavování zachycovačů

5.6.2.2.1 Vybavování omezovačem rychlosti

5.6.2.2.1.1. Obecná opatření

Musí být splněno následující:

- a) K vybavení omezovače rychlosti zachycovačů klece musí dojít minimálně při 115% jmenovité rychlosti a nižší než:
 - 1) 0,8 m/s pro samosvorné zachycovače, mimo válečkové zachycovače, nebo
 - 2) 1 m/s pro válečkové zachycovače, nebo

- 3) 1,5 m/s pro klouzavé zachycovače pro jmenovité rychlosti do 1 m/s nebo
- 4) Při rychlosti $125 v + 0,25/v$ (m/s pro klouzavé zachycovače se jmenovitou rychlostí nad 1 m/s)

U výtahů se jmenovitou rychlostí větší než 1 m/s se doporučuje zvolit vybavovací rychlost takovou, aby byla pokud možno co nejbližší hodnotě požadované v bodě 4.

U výtahů s nízkou jmenovitou rychlostí se doporučuje zvolit vybavovací rychlost takovou, aby byla pokud možno co nejbližší hodnotě požadované pod písmenem a.

- b) Omezovač rychlosti používající pouze tření k vyvození vybavovací síly, musí mít drážku:
 - Tvrzenou, nebo
 - Se zářezem podle 5.11.2.2.1 z EN 81-50: 2014;
- c) Na omezovači rychlosti musí být udán směr otáčení, při němž se zachycovače vybavují.
- d) Tažná síla omezovače rychlosti vyvozená omezovačem při vybavení, musí být minimálně větší z těchto hodnot:
 - Dvakrát větší než je síla k vybavení zachycovačů, nebo
 - 300 N

5.6.2.2.1.2 Reakční doba

Aby bylo zajištěno vybavení omezovače rychlosti dříve, než výtah dosáhne nebezpečnou rychlost (viz. 5.3.2.3.1 z EN 81-50:2014) nesmí být maximální vzdálenost mezi místem vybavení na omezovači rychlosti větší než 250 mm vzhledem k pohybu lana omezovače.

5.6.2.2.1.5 Možnost vybavení omezovače rychlosti

Při kontrolách nebo zkouškách musí být možno vybavit bezpečně zachycovače omezovačem rychlosti při nižší rychlosti, než je uvedeno v 5.6.2.2.1.1. a)

Je-li omezovač rychlosti seřiditelný, jeho konečné nastavení musí být zaplombováno.

5.6.2.1.6 Konstrukční podmínky

5.6.2.1.6.4 Zachycovače se nesmí vybavovat zařízeními, které fungují elektricky, hydraulicky nebo pneumaticky.

5.6.7. Ochrana proti neúmyslnému pohybu klece

5.6.7.1. Výtahy musí být opatřeny prostředky k zastavení neúmyslného pohybu klece ze stanice s nezajištěnými šachetními dveřmi a nezavřenými klecovými dveřmi, jako výsledek poruchy jedné komponenty výtahového stroje nebo řídicího systému pohonu, na kterých závisí bezpečný pohyb klece.

Vyňaty jsou poruchy nosných lan nebo řetězů třecího kotouče, bubnu, řetězových kol výtahového stroje, pružných hadic, ocelového potrubí a válce.

Porucha třecího kotouče zahrnuje náhlou ztrátu trakční schopnosti.

U výtahu bez dojíždění vyrovnání a bez předběžné činnosti s otevřenými dveřmi podle 5.12.1.4 a kde zastavovací prvek je brzda na výtahovém stroji podle 5.6.7.3. a 5.6.7.4 se nepožaduje snímání neúmyslného pohybu klece. Skluz při trakci při zastavení neúmyslného pohybu se musí vzít v úvahu při výpočtu a ověřování zastavovací vzdálenosti.

5.6.7.2 Tyto prostředky musí snímat neúmyslný pohyb klece, musí způsobit zastavení klece a udržet ji v zastaveném stavu.

5.6.7.3 Tyto prostředky musí být schopny působení, jak se požaduje, bez pomoci jiné výtahové komponenty, aby při normálním provozu kontrolovaly rychlost, nebo zpomalily, zastavili klec nebo i udrželi v zastavené poloze, pokud není vestavěna záloha a správná činnost není sledována vlastní kontrolou.

Poznámka: brzda stroje podle 5.9.2.2.2. se považuje za zálohu

V případě použití brzdy stroje vlastní kontrola zahrnuje ověřování správného zvedání nebo spouštění mechanismu nebo ověřování brzdné síly.

Při použití dvou elektricky ovládaných hydraulických ventilů zapojených v sérii vlastní sledování zahrnuje samostatné ověřování správného otevření nebo zavření každého ventilu při statickém tlaku prázdné klece.

Jestliže se zjistí porucha, klecové a šachetní dveře se musí zavřít a musí se zabránit následujícímu normálnímu rozjezdu výtahu.

Zařízení pro vlastní kontrolu musí být podrobeno typovému přezkoušení.

5.6.7.4. zastavovací prvek těchto prostředků musí působit:

- a) na klec, nebo
- b) na vyvažovací závaží, nebo
- c) na lanový systém (nosná nebo vyvažovací lana), nebo
- d) na třecí kotouč, nebo
- e) na hřídel třecího kotouče, je-li uložen staticky ve dvou bodech, nebo
- f) na hydraulický systém (včetně motoru/čerpadla ve směru nahoru při vyloučení elektrického napájení).

Zastavovací prvek prostředku nebo prostředky samotné k zabránění pohybu klece mohou být tytéž jako pro:

- Zabránění nadměrné rychlosti pro směr dolů;
- Zabránění nadměrné rychlosti pro směr nahoru (5.6.6.);

Zastavovací prvky prostředků mohou být různé pro směr dolů a pro směr nahoru.

5.6.7.5 Prostředky musí zastavit klec za následujících podmínek do vzdálenosti:

- a) zastavovací vzdálenost nesmí být větší než 1,20 m od stanice, kde byl neúmyslný pohyb klece zjištěn
- b) svisle vzdálenosti mezi prahem stanice a nejnižší částí ochranné prahové desky klece nesmí být větší než 200 mm
- c) při ohrazení podle 5.2.5.2.3 nesmí být vzdálenost mezi prahem klece a nejnižší částí stěny šachty na straně vstupu do klece větší než 200 mm
- d) svislá vzdálenost mezi prahem nástupiště i překladu klecových dveří nesmí být menší než 1,0 m.

Tyto hodnoty je třeba dodržet s jakýmkoliv zatížením v kleci až do 100% jmenovitého zatížení po pohybu z klidu z úrovně stanice.

5.6.7.6 Při zastavování nesmí zastavovací prvek těchto prostředků dovolit zpomalení klece větší než:

- 1 gn při neúmyslném pohybu prázdné klece ve směru nahoru.
- hodnoty přijaté pro zařízení na ochranu proti volnému pádu ve směru dolů.

5.6.7.7 Neúmyslný pohyb klece musí být zjišťován nejméně jedním spínacím zařízením nejpozději tehdy, když klec opouští odjišťovací pásmo (5.3.8.1.).

5.6.7.8 Tyto prostředky musí, ovládat elektrické bezpečnostní zařízení podle 5.11.2, jestliže je uvedeno do činnosti.

Poznámka to může být společně se spínacím zařízením 5.6.7.7.

5.6.7.9 Když byly tyto prostředky aktivovány nebo vlastní snímací zařízení zaznamená poruchu zastavovacího prvku prostředku, jeho uvolnění neb navrácení do původní polohy výtahu, musí být proveden zásahem oprávněné osoby pro údržbu.

5.6.7.10 Uvolnění těchto prostředků nesmí vyžadovat přístup ke kleci nebo vyvažovacímu nebo vyrovnávacímu závaží

5.6.7.11 Po uvolnění musí být tyto prostředky v provozním stavu

5.6.7.12 Jestliže tyto prostředky vyžadují pro provoz vnější energii, je-li tato energie k dispozici, musí to způsobit zastavení klece a udržet ji v zastaveném stavu. Toto neplatí pro vedené tlačné pružiny.

5.6.7.13 Ochranné prostředky pro neúmyslný pohyb klece s otevřenými dveřmi se považují za bezpečnostní komponentu a musí být ověřovány podle požadavků 5. 8. z EN 81-50: 2014.

5.6.7.14 Na ochranných prostředcích pro neúmyslný pohyb klece, buď na kompletním systému, nebo subsystémech musí být upevněna tabulka s údaji podle 5.8.1 e EN 81-50:2014 udávající:

- a) jméno výrobce ochranných prostředků proti neúmyslnému pohybu
- b) číslo certifikátu o typovém přezkoušení
- c) typ ochranných prostředků proti neúmyslnému pohybu

Zhodnocení

Zachycovače jsou ovládány a závislé pouze na jednom vybavovacím mechanickém systému omezovači rychlosti. Nelze tedy předpokládat, že toto zařízení může být vždy bezporuchové. Může dojít k určitým poruchám, které můžou funkci a spolehlivost omezit nebo úplně vyřadit.

Pokud dojde k uvolnění lana omezovače rychlosti je výtah zablokovan elektricky, ale již neexistuje nic, co by jej zastavilo mechanicky za předpokladu prokluzu lan v trakci. Prokluz lan v trakci, vlivem opotřebení trakce, dosud není zahrnuto dokontrolovaných bezpečnostních systémů výtahu.

V dnešní době jsou moderní a čím dál víc používané výtahy bez strojovny. To jsou výtahy s veškerými komponenty včetně pohonu umístěné v šachtě výtahu. Pohon výtahu musí tedy disponovat malými rozměry stejně jako trakční kotouč, který v podstatě je více vytěžován a rychleji opotřebováván. Pokud tedy dojde k opotřebení lanových drážek do té míry, kdy klec koná pohyb nezávisle na pohonu je zde doplňkové opatření OPNPK na omezovači rychlosti (dále jen OR), ovšem pouze u asynchronních pohonů. U synchronních není OPNPK požadováno kvůli nezávislé konstrukci brzdy motoru.

Česká technická norma ČSN EN 81-2+OPNPK vydala doplňující ochranu k omezovači rychlosti pro nekontrolovatelný pohyb, ale opět se jedná pouze o rozšíření již stávajícího omezovače rychlosti. Změna spočívá v odjištění západky elektromagnetem, který odjistí západku při jízdě (respektive těsně před jízdou). Její poloha je snímána čidlem pro kontrolu odjištění. Pokud výtah ukončí jízdu a zastaví se pohon výtahu, západka se odpadnutím elektromagnetu zajistí a zablokuje OR, které následně při pohybu vodícího lanka vybaví zachycovače. To vše ale za předpokladu že OR je plně funkční.

Co se v tomto systému neřeší je porucha OR a tedy nekontrolovatelný pohyb klece i při vypnutém pohonu výtahu.

Předpokládejme tedy, že je prázdná výtahová kabina v pohybu směrem nahoru a dojde k vysmeknutí lana z OR. Pohon výtahu se neprodleně zastaví. V opotřeбенé trakci dojde k prokluzu lan vlivem kinetické energie rozjetého výtahu a těžší protiváha tedy snadno může kabinu přetáhnout. V tomto okamžiku není již nic, co by zastavilo výtah. Nové obousměrné zachycovače jsou vybaveny pérem, které udržuje klíny v poloze, kdy nedojde k zaseknutí klece. Výtah tedy narazí do stropu šachty.

Jedním z řešení je nezávislý elektrický vybavovací mechanismus, který bude kontrolovat pouze pohyb lan v bezprostřední blízkosti trakce, kde řídicí jednotka bude vyhodnocovat a porovnávat vstupy enkodéru a frekvenčního měniče. Enkodér bude umístěn u trakce, na jejíž hřídeli je pomocí

gumových válečků s přitlakem snímán pohyb lan. Tento systém bude hlídat jak prokluz lan, tedy pohyb klece, tak i jev kdy pohon se rozjede, ale lana výtahu se nepohnou, nebo se pohnou jiným způsobem, než bude předpokládáno pro daný směr.

Pokud tedy dojde k vypnutí pohonu a lana se budou stále pohybovat, řídicí jednotka tento stav vyhodnotí jako poruchový a vydá pokyn k elektrickému vybavení zachycovačů podle směru pohybu.

Na zachycovačích bude umístěný pohon, nebo pohony které vybaví příslušný směr nahoru nebo dolů.

Zjednodušeně řešeno je to doplněk k ochraně pro nekontrolovatelný pohyb klece, při poruše OR, který svou funkcí zajistí výtah tak, aby byl maximálně bezpečný, a přivolá servisní službu, kterou upozorní na vzniklou poruchu.

5 Výkonové, řídicí a bezpečnostní systémy

V této kapitole jsou popsány komponenty, pomocí kterých je zkonstruován model pro elektronické vybavení zachycovačů klece. Tyto komponenty nejsou předmětem pevného návrhu systému, jsou použity ve funkčním modelu doplňkového bezpečnostního systému a zároveň jsou schopny plnohodnotné funkce na reálném výtahu. Lze je nahradit obdobnými prvky, pro požadavky jednotlivých typů výťahů. Principiálně by kompatibilita, komunikace a řízení měla být splněna, k dosažení funkčnosti a efektivitě uvažovaného návrhu.

5.1 Lineární aktuátor, funkce v doplňkovém bezpečnostním systému

Ideálním pohonem pro rychlé vybavení zachycovačů by byl jednoznačně elektromagnet s kotvou, který by v krátkém čase dokázal vyvinout přítlak na osu zachycovačů. Vzhledem k síle potřebné k vybavení přibližně 250N, značnému tření distančního péra a vodičích drážek válečků při vybavování, by tento systém byl velice robustní, ekonomicky náročný, méně spolehlivý, konstrukčně složitý a nemusel splňovat EMC s ostatními prvky. Z toho důvodu jsem zvolil lineární aktuátor od firmy Linak s přítlačnou silou 300N. Jedná se o motor s permanentními magnety 24VDC. Jeho kryt je tvořen vysokopevnostním plastem, který splňuje jak ochranu proti povětrnostním vlivům IPX1, tak i krytí IP66. Rotor je tvořen závitovou tyčí, která disponuje trapézovým závitem s vysokou efektivitou. Hlučnost nezátíženého pohonu byla měřena metodou DS/EN ISO 3743-1 v rozsahu od 55 do 57 dB (A). Rozsah teplot ve kterých je motor schopen pracovat je od -20°C do +60°C a plný výkon je schopen dodat při teplotách od 5°C do 40°C. Podle tabulky č.3.1 jsem tedy zvolil typ 12XX00-2XXX24XX.

Tab. 5.1 – Typy pohonů podle parametrů

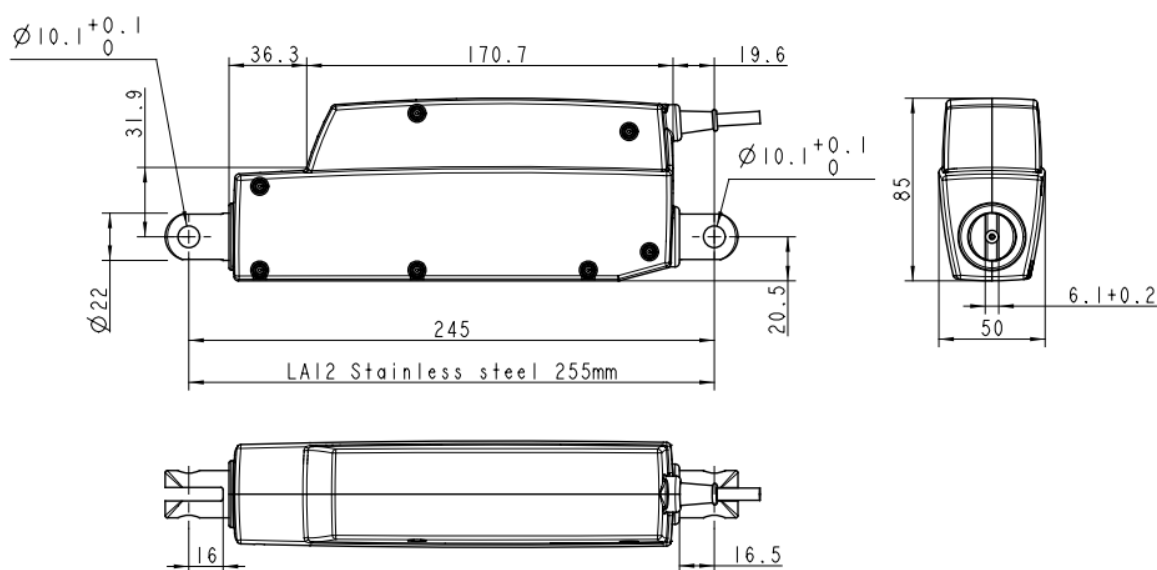
Typ	Napětí motoru (V)	Stoup. závitu (mm)	Max. tlak/tah (N)	Samo-svornost max. (Tlak) (N)	Samo-svornost max. (Tah) (N)	* Typická rychlost (mm/s) při zatížení		Délka zdvihu (v krocích po 30mm)			* Odběr proudu (A) při zatížení	
						0%	100%	Min.		Max.	0%	100%
12XX00-1XXX12XX	12	2	750	750	375	14	5	40	-	130	1,75	4,6
12XX00-1XXX24XX	24	2	750	750	375	14	6	40	-	130	0,75	2,2
12XX00-2XXX12XX	12	4	300	300	150	27	16	40	-	130	1,75	2,5
12XX00-2XXX24XX	24	4	300	300	150	27	16	40	-	130	0,75	1,5
12XX00-3XXX12XX	12	6	200	200	100	40	28	40	-	130	1,75	2,2
12XX00-3XXX24XX	24	6	200	200	100	40	28	40	-	130	0,75	1,0

* Typické hodnoty se mohou lišit v rozmezí $\pm 20\%$ u hodnot proudu a $\pm 10\%$ u hodnot rychlosti. Měření byla provedena při stabilním napájení a stabilní teplotě prostředí 20°C.

Možnost	Popis	Tolerance zdvihu	Např. při zdvihu 100 mm	Tolerance zástavby	Např. při zástavbě 245 mm
12XXXXXXXXXXXX	Všechny varianty	+2/-2 mm	98 až 102 mm	+2/-2 mm	243 až 247 mm

Kritériem pro zvolení tohoto typu pohonu byla také v neposlední řadě cena, dostupnost, rozměry (obr. č. 5.1) a způsob montáže, který nevyžaduje zvlášť náročné konstrukční úpravy. Vybavení zachycovačů je navrženo na spojovací hřídeli mezi jednotlivými zachycovači a je tvořeno dvěma motory pro každý směr vybavení. Zároveň je umístění a konstrukce navržena tak, aby žádným způsobem neomezovala a nevyřadila z funkce omezovač rychlosti, který zachycovače vybavuje mechanicky. Obsluha a kontrola tohoto zařízení je taktéž jednoduchá a praktická. Jelikož jsou motory napájené 24VDC splňují kritérium bezpečného malého napětí a lze je tedy instalovat na rám výtahové klece.

5.1.1 Konstrukční popis pohonů



Obr.5.1 Rozměry konstrukce lineárního aktuátoru[4]

Lineární pohony LINAK se tedy snadno montují prostrčením čepů skrz oka koncovek umístěných na obou koncích pohonu a příruby na rámu konstrukce zařízení. Montážní čepy musí být navzájem rovnoběžné. Čepy, které nejsou navzájem rovnoběžné, mohou způsobit namáhání ohybem a dojde k poškození pohonu. Zatížení by mělo na pohon působit v jeho ose, mimoosové zatížení může způsobit namáhání pohonu ohybovými silami a tím opět k jeho poškození. Pokud se může pohon volně otáčet okolo čepů v přední a zadní části je velice důležité, aby se pohon mohl volně pohybovat po celé délce svého zdvihu. Prostor okolo krytu, by měl být zajištěn tak, aby nedošlo k jeho kontaktu s dalšími součástmi, které by mohly mít za následek poškození zařízení nebo pohonu. [4]

5.1.2 Údržba

Zkontrolujte úchyty, čepy, kabely, oka pístnice, kryty a konektory, ověřte také správnou funkci pohonu. Pohon je uzavřená jednotka, která nevyžaduje údržbu vnitřních částí. Pro snížení rizika vzniku závad by měly být všechny opravy prováděny autorizovaným servisem prodejce nebo opraváři společnosti Linak, jelikož je třeba zvláštních nástrojů a součástek. Je-li systém otevřen neškolenou osobou, hrozí riziko pozdějšího poškození zařízení. [4]

5.2 Enkodér

Enkodér, který je v návrhu používán je od Společnosti LIKA Electronic, která je italským výrobcem dodávajícím robustní inkrementální i absolutní enkodéry (jedno i víceotáčkové) včetně speciálních zákaznických provedení. Mechanické provedení začíná u miniaturních typů, přes standardní pouzdro 58mm až po provedení do velmi těžkých provozů, včetně modelů vyhovujících ATEX. Poměrně výjimečné jsou robustní typy s dutým hřídelem o průměru až 44mm, používané zejména pro výtahy a jeřáby. [5]

Inkrementální enkodéry „ROTAPULS“ patří k dost robustním rotačním snímačům, které jsou dostupné v mnoha mechanických provedeních, od typů s průměrem pouzdra 28 mm a hřídelkou průměru 5 mm až po velmi robustní modely určené do těžkých provozů s pouzdrem přes 58 mm a průměrem hřídelky 12 mm nebo dutinou pro hřídel až 15 mm. Většina těchto enkodérů má povolenou provozní teplotu okolí až 100 °C. [5]

5.2.1 Funkce enkodéru v doplňkovém bezpečnostním systému

Tato součástka je nenahraditelnou částí tohoto systému. Typ enkodéru smí být použit tak, aby byl kompatibilní s řídicí jednotkou, respektive aby řídicí jednotka nebo čítač byl schopen zpracovat počet pulzů za jednu otáčku. Je velice důležité, aby uměl rozpoznat směry pohybu ocelových lan pro správné vybavení směru zachycovačů. Celý princip tohoto doplňkového systému je postaven právě na výstupech a zpracování dat z tohoto prvku. Jeho úkolem je zaznamenat prokluz lan v trakčním kole, nebo pohyb lan, ve chvíli kdy byla ukončena jízda nebo má být klec výtahu v klidu a to i v přerušení dodávky elektrické energie. Je potřeba dbát na kvalitu, životnost a funkčnost tohoto prvku. Hřídel je tvořena gumovým válečkem, který je pomocí pružiny přitlačován na nosná lana výtahové klece. Musí být umístěn v bezprostřední blízkosti trakčního kola, nejlépe však na straně napínací kladky, nebo protiváhy z důvodu soudobosti lan, minimálním vibracím a minimálním výchylkám lan. Pro tento projekt byl k dispozici inkrementální enkodér od zmiňované firmy Lika model „ROTAPLUS“ typ C80-H-1024ZCU425L7. Podle následujícího obrázku č. 5. 2 můžeme z typu vyčíst parametry.

Jedná se tedy o enkodér označený:	C80
a) Výstupní obvod:	PP/LD (Push – Pull / Line Driver)
b) Rozlišením PPR (Pulse Per Revolution):	1024 pulsů na otáčku.
c) Výstupní signál/připojení	AB0/AB0, výstupní kabel
d) Napájecí napětí	+5V/+30V (H výstupní obvod)
e) Průměr hřídele	25 mm
f) Délka kabelu	7 m
g) Stupeň krytí	IP65
h) Provozní teplota	od - 40°C do + 100°C

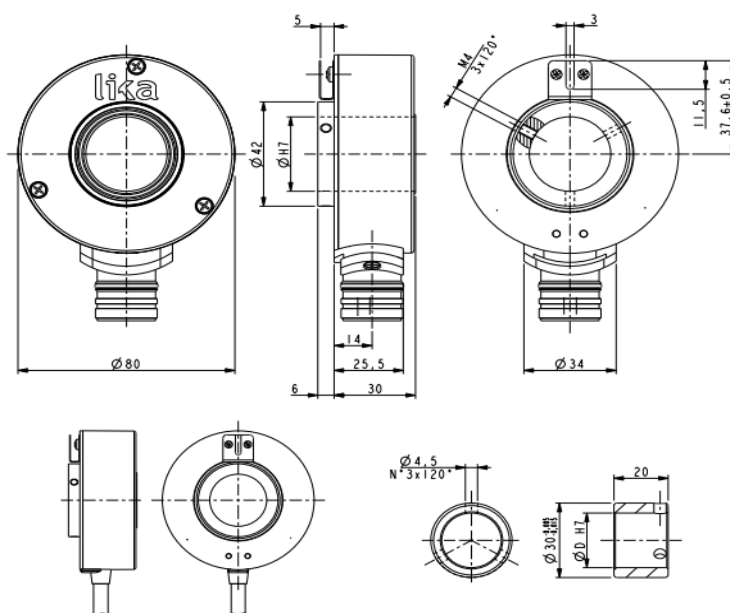
i) Maximální rotační rychlost hřídele 6000 ot/min

Order code

C80	-	X a	-	XXXXX b	XXX c	X d	XX e	X f	X g	XX h	/Sxxx i
-----	---	--------	---	------------	----------	--------	---------	--------	--------	---------	------------

Ⓐ OUTPUT CIRCUITS Y = Push Pull L = Line Driver (RS422) H = PP/LD universal circuit Ⓑ RESOLUTION (PPR) See electrical specifications	Ⓒ OUTPUT SIGNALS / CONNECTIONS BNF = AB, cable output ZNF = ABO, cable output BCU = AB /AB, cable output ZCU = ABO /ABO, cable output BCZ = AB /AB, M23 12 pin plug ZCZ = ABO /ABO, M23 12 pin plug Ⓓ SUPPLY VOLTAGE 1 = +5V±5% (L output circuit) 2 = +10V± +30V (Y output circuit) 4 = +5V± +30V (H output circuit)	Ⓔ SHAFT DIAMETER 25 = 25 mm 30 = 30 mm Ⓣ PROTECTION - = IP64 (standard) P = IP65 Ⓢ OPERATING TEMPERATURE - = -25°C +85°C (-13°F +185°F) K = -40°C +100°C (-40°F +212°F)	Ⓜ CABLE LENGTH - = cable output 1 m L2 = cable output 2 m L7 = cable output 7 m Lx = cable output x m CLx = x m cable with DSub 9 pin inline plug Ⓜ CUSTOM VERSION
---	---	--	--

Obr. 5.2 - Určení dostupných typů enkodéru[5]



Obr. 5.3 – Rozměry a konstrukce enkodéru C80[5]

5.3 Bezpečnostní relé EasySafety ES4P - 221 - DRXD1

Problematika bezpečnosti strojů je důležitá pro zajištění eliminace zbytkových rizik na zařízeních různými funkcemi tak, aby se pro obsluhu stala maximálně bezpečná. Bezpečnostní řídicí relé realizuje tyto funkce jednodušeji a flexibilněji. [6]

Široké množství integrovaných bezpečnostních funkčních bloků nabízí využití relé easySafety jako kompaktního bezpečnostního modulu při zajištění komplexní bezpečnosti daného zařízení. Funkce jako jsou nouzové zastavení, dvouruční ovládání nebo hlídání světelných závor lze zakomponovat do jediného přístroje namísto zapojení několika standardních bezpečnostních relé, která by realizovala stejnou funkci. Lze také implementovat také standardní funkce pro klasické řízení automatizačních procesů bez návaznosti na bezpečnostní obvody při jednoduchém způsobu

programování pomocí liniových schémat bez potřeby znalosti složitých programovacích jazyků jako u běžných bezpečnostních PLC. Výhodou tohoto řešení je i široké spektrum diagnostických hlášení každé bezpečnostní funkce. To má za následek zjednodušení analýzy vzniklých situací a rychlejší detekci důvodu aktivace bezpečnostní funkce. Ke zvýšení spolehlivosti jsou k dispozici čtyři testovací signály, které mohou zároveň sloužit jako napájecí body pro okruhy bezpečnostních funkcí. Speciálně uzpůsobený testovací signál kontroluje stav obvodu a bezpečnostního vstupu přístroje easySafety a zajišťuje monitoring a případné odpojení zátěže při poruše. Tím se docílí spolehlivější realizace každé bezpečnostní funkce. Zárukou precizního způsobu vyhodnocení bezpečnostních signálů je u bezpečnostního řídicího relé easySafety certifikace institutem TÜV Rheinland a splnění nejvyšších standardů při zajištění obecných zásad zapojení bezpečnostních obvodů.[6]

dle ČSN EN ISO 13849-1 až do PL e

dle ČSN EN 62061 až do SIL CL 3

Bezpečnostní řídicí relé jsou nabízena dle typu výstupních kontaktů a je zde možnost volit přístroje se čtyřmi reléovými výstupy zatížitelnými až do 6 A nebo provedení se čtyřmi tranzistorovými a jedním redundantním reléovým výstupem, kterým lze přímo ovládat zátěže bez nutnosti dalšího zdvojení externími stykači. Obě varianty lze vybrat s nebo bez integrovaného displeje, který lze využít nejen pro základní parametrizaci, ale také pro signalizaci a hlášení obsluhy o stavu zařízení. [6]

5.3.1 Bezpečnostní funkční bloky

Nouzové zastavení

Umožňuje bezpečné zastavení nebezpečných pohybů jak v kategorii 0 (okamžité zastavení), tak v kategorii 1 (řízené zastavení). [6]

Bezkontaktní bezpečnostní přístroje (ESPE)

Ochrana nebezpečných prostor nebo okolí strojů prostřednictvím bezkontaktních světelných závor a zábran. [6]

Přepínač provozního režimu

Používá se pro bezpečný výběr předvoleného provozního režimu vnějších kontrolních zařízení. [6]

Bezpečné dvouruční ovládání

Typ III podle ČSN EN 574. Používá se pro strojní zařízení, jako jsou lisy, děrovačky, řezačky, apod. Umožní chod stroje pouze v případě, kdy obě ruce obsluhy jsou mimo nebezpečný prostor a oba spínače jsou stisknuty v intervalu do 0,5 sekundy. [6]

Monitorování klidového stavu

Používá se tam, kde vstup do nebezpečného prostoru není povolen, dokud nebezpečná hnací síla nepřejde do klidového stavu.[6]

Kontrola zpětnovazebního obvodu

Vhodné pro bezpečnou kontrolu externě připojených prvků jako jsou stykače, relé nebo ventily. [6]

Kontrola polohy pohyblivých ochranných zařízení bez blokování nebo s blokováním

Polohy jsou spolehlivě detekovány, sledovány a aktivovány vzhledem k bezpečnostním požadavkům – volitelné propojení přístroje s blokovacím bezpečnostním spínačem pro zvýšení ochrany osob. Toto zabezpečení ponechá uzavřeny monitorované zábrany až do úplného zastavení stroje. [6]

Kontrola maximální rychlosti

Používá se pro kontrolu překročení rychlosti zátěže, jako jsou pily a řezací zařízení. Je-li maximální rychlost překročena, dojde k vypnutí pohonu. [6]

Bezpečné časové relé

Vhodné pro nastavení doby trvání od zapnutí a vypnutí kontaktu v bezpečnostním obvodu. [6]

Uvolňovací kontakt

Dočasné uvolnění ochrany nepřetržitým působením na nožní nebo ruční spínač. Vhodné při seřizování stroje. [6]

Rozšíření a komunikace

Nabízí se zde několik možností rozšíření pomocí různých modulů s odlišnými počty a typy I/O. Integrovaný easyNet slouží pro vzdálenou komunikaci s ostatními přístroji produktové řady relé easy nebo PLC ECP4. Výměna dat s PLC je možná také pomocí komunikačních modulů pro Profibus-DP, CANopen, DeviceNet nebo AS-Interface. [6]

5.3.2 Konfigurace pomocí softwaru

Bezpečnostní funkční bloky mohou být konfigurovány přímo na modulu, nebo prostřednictvím PC. Software easysoft-Safety nabízí prostředí, v němž lze bezpečnostní funkce konfigurovat pomocí kontaktních schémat, simulovat je a přenášet je do zařízení. Jeho program může obsahovat i běžné kontaktní schéma, podle nějž modul vykonává takové funkce, jako je např. zpracování diagnostických hlášení nebo běžné úlohy řízení stroje. Obě části programu jsou však striktně odděleny a přístup k nim může být separátně zabezpečen hesly. Každé heslo přitom může mít až tři úrovně uživatelských práv. Díky tomu lze umožnit přístup k programům různým skupinám osob. Jestliže je nutné bezpečnostní část programu zcela zabezpečit proti změnám, programátor program zamkne a virtuální klíč zničí. Žádná další úprava programu potom není možná.

Bezpečnostní příručka pro strojní zařízení v souladu s normami ČSN EN ISO 13849-1 a ČSN EN 62061. Společnost Eaton vytvořila bezpečnostní příručku pro výrobce strojů a zařízení. Příručka poskytuje seznámení se s širokou škálou materiálů o bezpečnostních technologiích. Obsahuje přehled nejdůležitějších faktorů zahrnutých do směrnic, norem a předpisů, které je třeba vzít v úvahu při použití bezpečnostních zařízení na strojích. Příručka používá příklady obvodů, aby ukázala, jak může být funkční bezpečnost realizována pomocí elektrických, elektronických a programovatelných

komponent a systémů v bezpečnostních aplikacích. Bezpečnostní příručka poskytuje také popis funkcí, jakož i jasné představení možného hodnocení každého příkladu obvodu. Vypočítané charakteristické hodnoty platí za předpokladů učiněných v bezpečnostních aplikacích a při použití bezpečnostních spínacích přístrojů. [6]

5.3.3 Funkce bezpečnostního relé v doplňkovém bezpečnostním systému

Bezpečnostní relé tvoří v tomto bezpečnostním systému vyhodnocovací a řídicí funkční blok. Jeho úkolem je porovnat vstupní hodnoty z enkodéru a frekvenčního měniče. Na základě tohoto srovnání vyhodnotí situaci jako normální stav, to je v případě kdy otáčení trakčního kola respektive motoru je souhlasné s pohybem lan, nebo jako stav poruchový kdy pohyb motoru a lan bude rozdílný, nebo pokud se pohne jen jedna z těchto částí, aniž by měla.

V případě poruchového stavu dá pokyn k vypnutí motoru popřípadě vysunutí lineárních aktuátorů. Ty budou vybaveny podle směru pohybu lan, aby došlo k vybavení obousměrného zachycovače vždy na tu stranu, kterou se klec pohybuje. Řídicí jednotka v případě montáže bude také vyhodnocovat stav, kdy zareaguje omezovač rychlosti. Pokud by OR zareagoval a lana klece by byly stále v pohybu, bude se postupovat v režimu poruchového stavu popsaného níže a dojde tedy k elektrickému vybavení zachycovačů.

Příkaz pro napájení vybavovacích pohonů bude trvat do té doby, než na hřídeli mezi zachycovači nesezne koncový spínač polohy, z důvodu nepřetěžování pohonů. Jelikož se jedná o doplňující bezpečnostní systém proti pádu a nekontrolovatelnému pohybu klece v případě poruchy omezovače rychlosti (OPNPK) dovolím si vyhradit právo na delší časovou prodlevu od zaznamenání poruchy po vybavení zachycovačů, než jakou uvádí norma pro vybavení OR. Samozřejmě je potřeba se zaměřit na rychlost vysouvání hřídele aktuátoru aby čas vybavení nebyl natolik velký, kdy by rychlost klece přesáhla stanovenou mez a tím schopnost zastavení výtahové klece zachycovači.

Řídicí jednotka bude pracovat ve dvou režimech. První režim bude určen pro výtahy vybavenými OR+OPNPK. Tedy řídicí jednotka vyhodnotí, zda se jedná o poruchu prvního stupně, to je porucha při které dojde k prokluzu lan během jízdy, to znamená, že lana se pohybují jinou rychlostí, nebo směrem než je předpokládáno. Dojde tedy k zastavení výtahového stroje. Pokud dojde k zastavení výtahu, ale lana budou nadále v pohybu, jedná se o druhý stupeň poruchy a vyčká se na vybavení OPNPK popřípadě OR po dobu 2,5s. Pokud ani tehdy se lana výtahu neustálí v klidové poloze, dojde tedy k okamžitému pokynu pro elektronické vybavení zachycovačů. Jakýkoli prokluz lan v trakčním kole je nežádoucí a svým způsobem nebezpečný, proto první stupeň poruchy vyřadí výtah z provozu elektricky a upozorní přes GSM modul servisní služby o vyskytlé poruše.

Druhý režim řízení poruch je obdobný jako ten první, ale je určen pro výtahy bez požadavku na OPNPK systém. Jedná se především o synchronní motory s certifikovanou dvojčinnou brzdou kde OPNPK není nutná. Ovšem tyto motory vzhledem k jejich používání zejména v bezstrojovnových výtahových celků jsou vystaveny většímu opotřebení trakčního kotouče, díky jeho menším rozměrům. Revizní technik tedy kotouč kontroluje z kabiny klece a musí provést pouze vizuální prohlídku trakčního kotouče. V některých případech je tato kontrola obtížná vzhledem k situování komponentů

v šachtě. Tento program bude disponovat dvěma úrovněmi poruchy. A to porucha prvního stupně kdy dojde k prokluzu lan během jízdy. To znamená, že lana se pohybují jinou rychlostí, nebo směrem než je předpokládáno. Dojde tedy k zastavení výtahového stroje. Druhý stupeň poruchy je, když výtahový stroj je zastaven, ale lana výtahu jsou nadále v pohybu jakýmkoli směrem, nebo se lana při jízdě pohybují jiným směrem, než je otáčení motoru, vydá řídicí jednotka pokyn k okamžitému elektronickému vybavení zachycovačů.

5.4 UPS - Funkce záložního zdroje

Abychom dosáhli energetické nezávislosti, kterou by měl tento systém disponovat, je nutné zajistit jeho napájení i při výpadku elektrické energie. Použijeme tedy záložní zdroj, který je dnes již standardní výbavou dodávaných výtahů. Důraz bude kladen především na spolehlivost.

Tento systém musí být dostatečně kapacitně vybaven, jelikož jeho úkolem bude zajištění elektrické energie v prvních chvílích po výpadku sítě jak pro výtah aby ukončil jízdu a umožnil bezpečné opuštění klece, tak pro doplňkový bezpečnostní systém, který není již nějak zvlášť energeticky náročný.

Pokud bude výtah v klidu a jsou zajištěny bezpečnostní prvky (zabrzdný motor apod.), je tento stav bez poruchy a tedy UPS zdroj bude zajišťovat pouze napájení řídicí jednotky, která bude v neustálé pohotovosti. Pokud však dojde k výpadku proudu během jízdy výtahu a i přes zabrzdný pohon se lana budou stále pohybovat, musí být schopen záložní zdroj napájet vybavovací pohony na kleci výtahu.

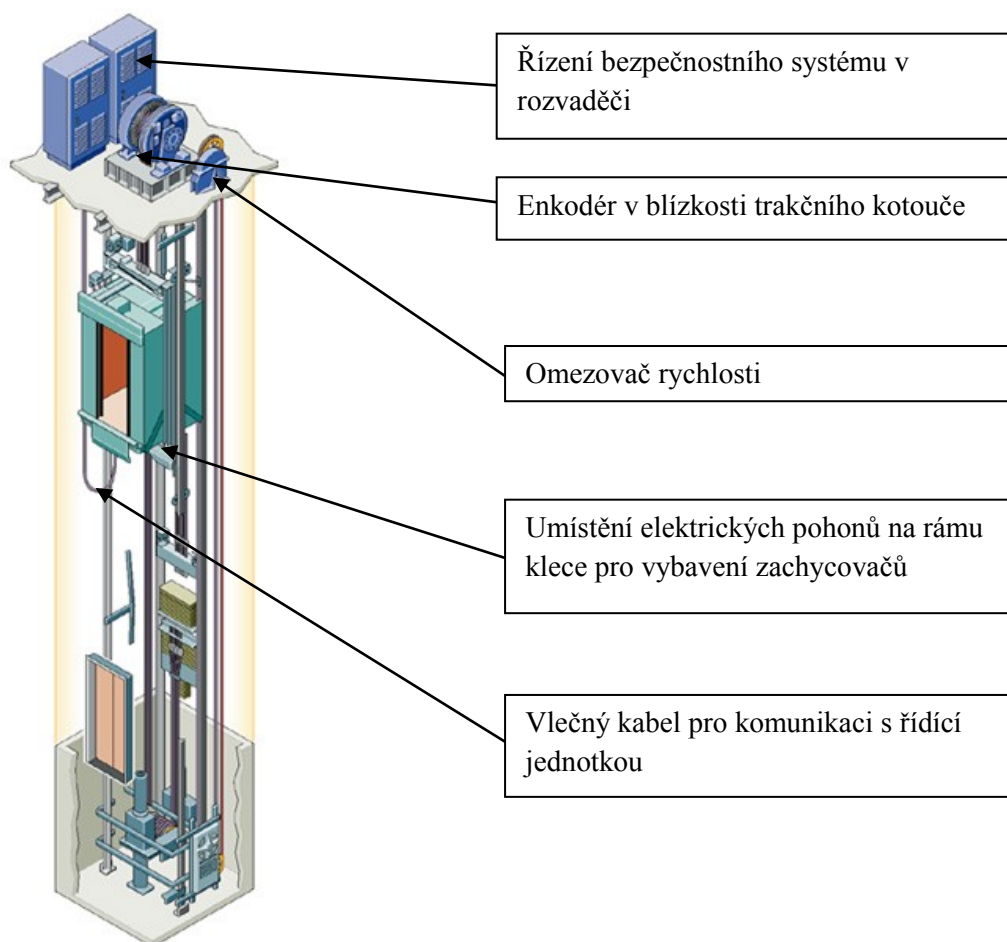
5.5 Další komponenty

Nedílnou součástí komunikace mezi řídicí jednotkou umístěnou ve výtahovém rozvaděči a pohony pro vybavení zachycovačů umístěné na kleci výtahu jsou vlečné kabely. Pomocí vlečného kabelu je zajištěna komunikace kabiny s ostatními komponenty, hlavně rozvaděčem. Rozvody po kabině výtahu, jsou vedeny v tunelu ovládacího panelu. Tímto přemostěním, jsou vedeny kabeláže z pod kabiny k malému rozvaděči, umístěnému na kabině výtahu.

Další důležitou poznámkou je správně zvolený průměr kotouče na hřídeli enkodéru. Je třeba zvolit takový průměr, aby bylo jasné, jakou vzdálenost urazí lano po jedné otáčce enkodéru. Od této informace se také odvozuje počet pulsů na jednotku délky a zjistí se tedy, zda je připojený čítač nebo jiný prvek schopen pojmout a zpracovat počet těchto impulsů. U bezpřevodových motorů jsou otáčky motoru řízeny frekvenčním měničem a je zde vynechán převodový poměr z důvodu absence převodovky. U převodových strojů je nutné otáčky motoru přepočítat na otáčky trakčního kola, respektive je třeba zahrnout do výpočtu převodový poměr vstupních otáček motoru a výstupních otáček převodovky.

Dále podle průměru trakčního kola se vypočte obvod a zjistí se délka nosného lana, které projde trakčním kolem za jedno otočení. To samé se provede na hřídeli enkodéru a zjistí se tedy, kolikrát se musí enkodér otočit, aby nosné lana urazila vzdálenost jako u jednoho otočení trakčního kola. Po vynásobení počtu otáček enkodéru s počtem impulsů dostaneme výsledek, kolik impulsů dostaneme z enkodéru za jednu otáčku trakčního kola.

5.6 Rozmístění komponentů doplňkového bezpečnostního systému



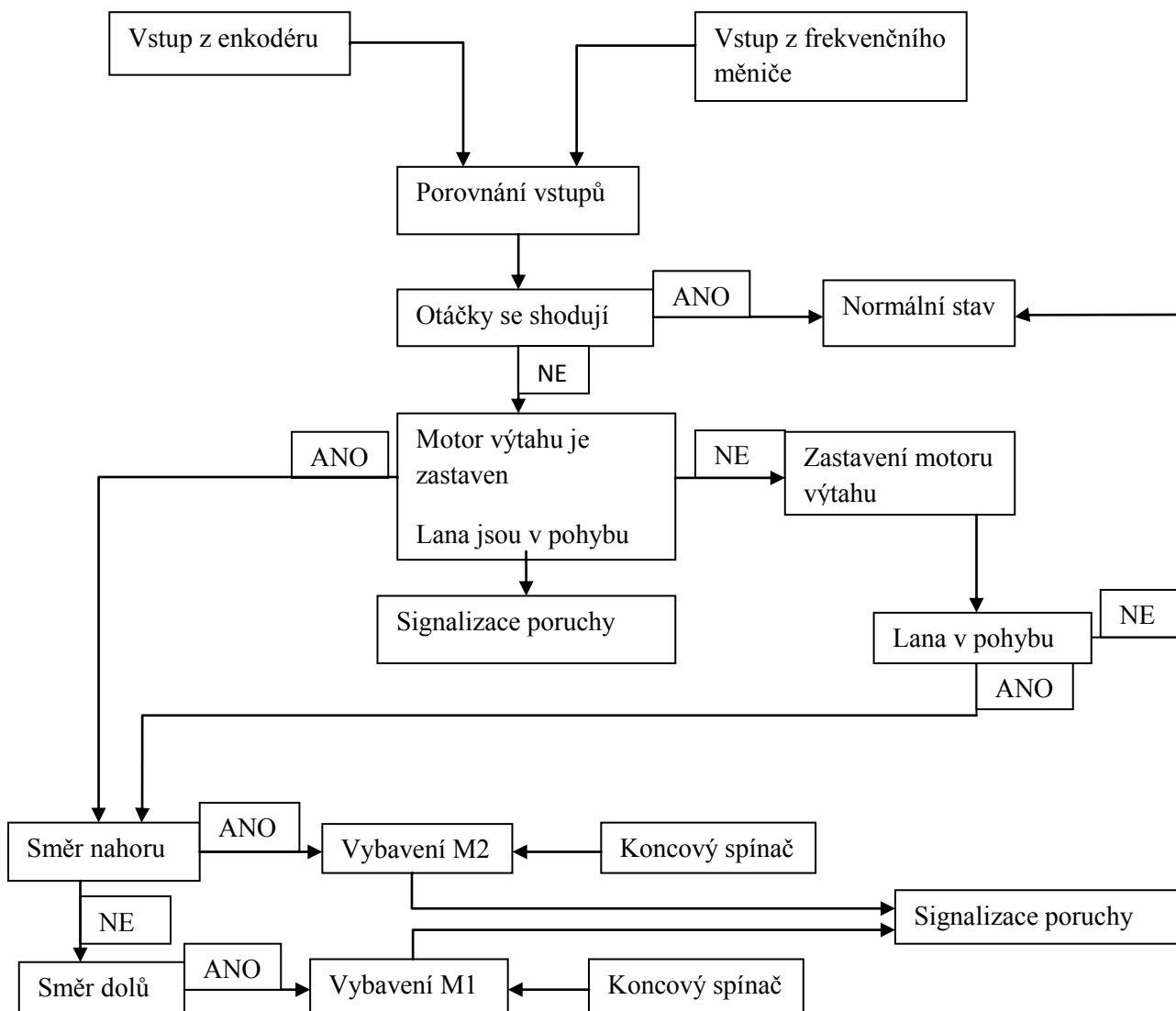
Obr. 5.4 Rozmístění komponentů doplňkového bezpečnostního systému[9]

Na tomto obrázku je popsáno, kde by měly být rozmístěny komponenty, tak aby jejich uspořádání bylo co nejvíce efektivní. Řídicí jednotka celého systému je umístěna ve výtahovém rozvaděči, odkud přes vlečné kabely řídí pohony pro vybavení zachycovačů. Enkodér je umístěn v co největší blízkosti trakčního kotouče, v místě, kde jsou lana téměř ve stejné ose, a dalším důvodem je, aby zde byly eliminovány větší otřesy a vibrace.

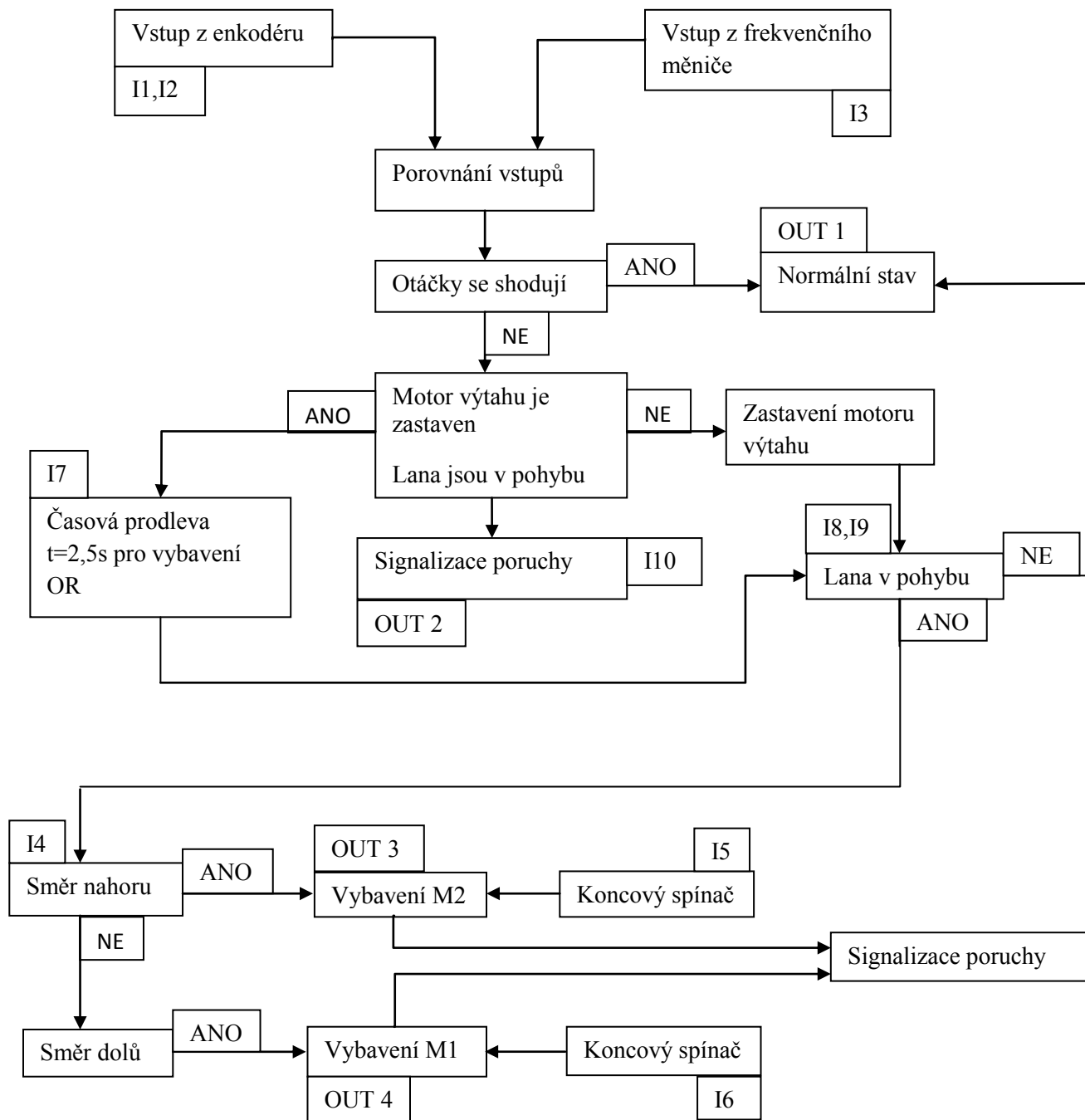
6 Návrh úpravy snímání a vyhodnocení pohybu výtahu

Tato část se zabývá vyhodnocováním vstupních dat z frekvenčního měniče a enkodéru na základě porovnávací metody. Bude zde navržena topologie, popis programu a uvedený reálný příklad architektury.

Program určený pro výtahy bez OPNPK (vlastní zpracování)



Program určený pro výtahy s OPNPK (vlastní zpracování)



Oba tyto modely jsou, si navzájem velmi podobné liší se pouze v přidané časové prodlevě pro OR. Tato časová prodleva zajišťuje nadřazenost hlavního vybavovacího systému tedy OR. Tento systém navíc zajišťuje i hlídání motorové brzdy. Tento stav lze popsat jako pohyb lan při vypnutém motoru, ovšem při pohybu motoru, na který program reaguje a zároveň pohybu lan by mohl tento stav vyhodnotit jako bezporuchový. Z tohoto důvodu jsou zde vstupy I8 A I9. Tyto vstupy jsou v programu vybaveny časovým blokem, kde je třeba nastavit dobu najížděky do rampy, na kterou je výtah nastaven.

Doba najížděky se liší podle vzdálenosti jednotlivých pater. Pokud se lana nezastaví ani po době najíždění do patra kdy lana mají být již zastaveny, vyhodnotí tento stav jako poruchu a dochází tedy k zajištění zachycovačů. Disfunkce brzdy ač certifikované jako bezpečnostní prvek může nastat v případech mastného brzdného kotouče nebo v případě mechanického, elektrického poškození.

6.1 Vstupy

Výše zmiňovaný program tedy disponuje desíti vstupy a čtyřmi výstupy.

I1 a I2 jsou vstupy z enkodéru. Tyto vstupy udávají počet impulsů, respektive jakými otáčkami enkodér rotuje. Díky těmto vstupům lze rozeznat, zda otáčky motoru jsou shodné s pohybem nosných lan klece.

I3 je výstup z frekvenčního měniče, kde je třeba zvolit funkci takovou, abychom získali informaci o tom jakým směrem a jak se má motor točit. Každý Frekvenční měnič má tuto funkci nakonfigurovanou podle návodu výrobce. Pokud se na QS01 vyhodnotí porucha, rozliší se směry otáčení z enkodéru a program vydá pokyn k vybavení zachycovačů podle příslušného směru. Samotné bezpečnostní relé nedokáže rozpoznat směr jízdy, proto je třeba předřadit čítač impulsů, který toto vyhodnotí a vydá informaci Řídící jednotce o směru.

Směry zpracovává vstup I4. Pokud se na tomto vstupu objeví signál o poruše QS01, rozliší se směry otáčení enkodéru a program vydá pokyn k vybavení zachycovačů podle příslušného směru.

Vstupy I5 a I6 slouží jako signál z koncových snímačů, které zastaví lineární aktuátory v poloze dostatečné pro zaseknutí zachycovačů do vodítek.

Pokud je výtah vybaven OPNPK, je zde vstup I7 který, před vydáním povelu pro zachycovačů elektrickými pohony dá díky časové prodlevě možnost k vybavení zachycovačů omezovačem rychlosti. Po uplynutí časového úseku, ve kterém měl reagovat OR, program zhodnotí stav, zda se lana pohybují a případně zareaguje.

Vstupy I8 a I9 jsou určeny k rozeznání otáčení a zároveň kontrolují, zda po uběhnutí cyklu výtahu, to znamená ukončení jízdy, jsou lana v klidu, nebo se pohybují.

Vstup I10 je pro resetování poruchy. Pokud dojde k poruše, jednotka aktivuje příslušnou signalizaci, aby uvědomila obsluhu, kterou tímto způsobem upozorní na oblast poruchy. Obsluha musí

v takovémto případě jednotku resetovat manuálně tlačítkem, které vrátí všechny komponenty a program do výchozích poloh či stavů.

6.2 Výstupy

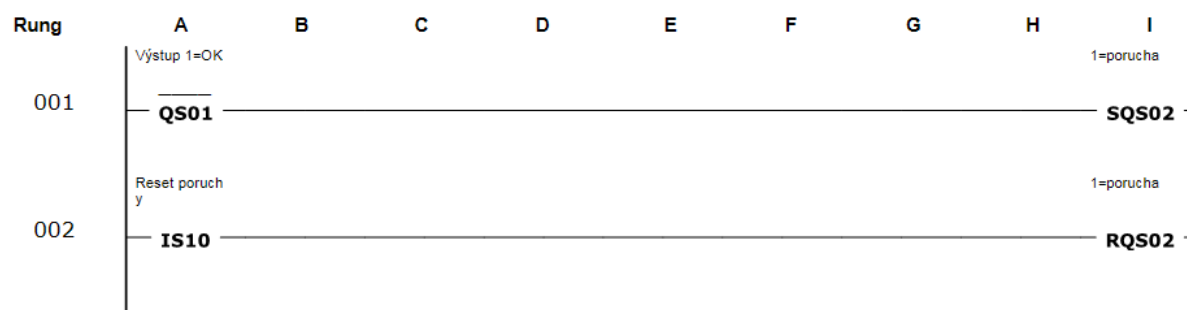
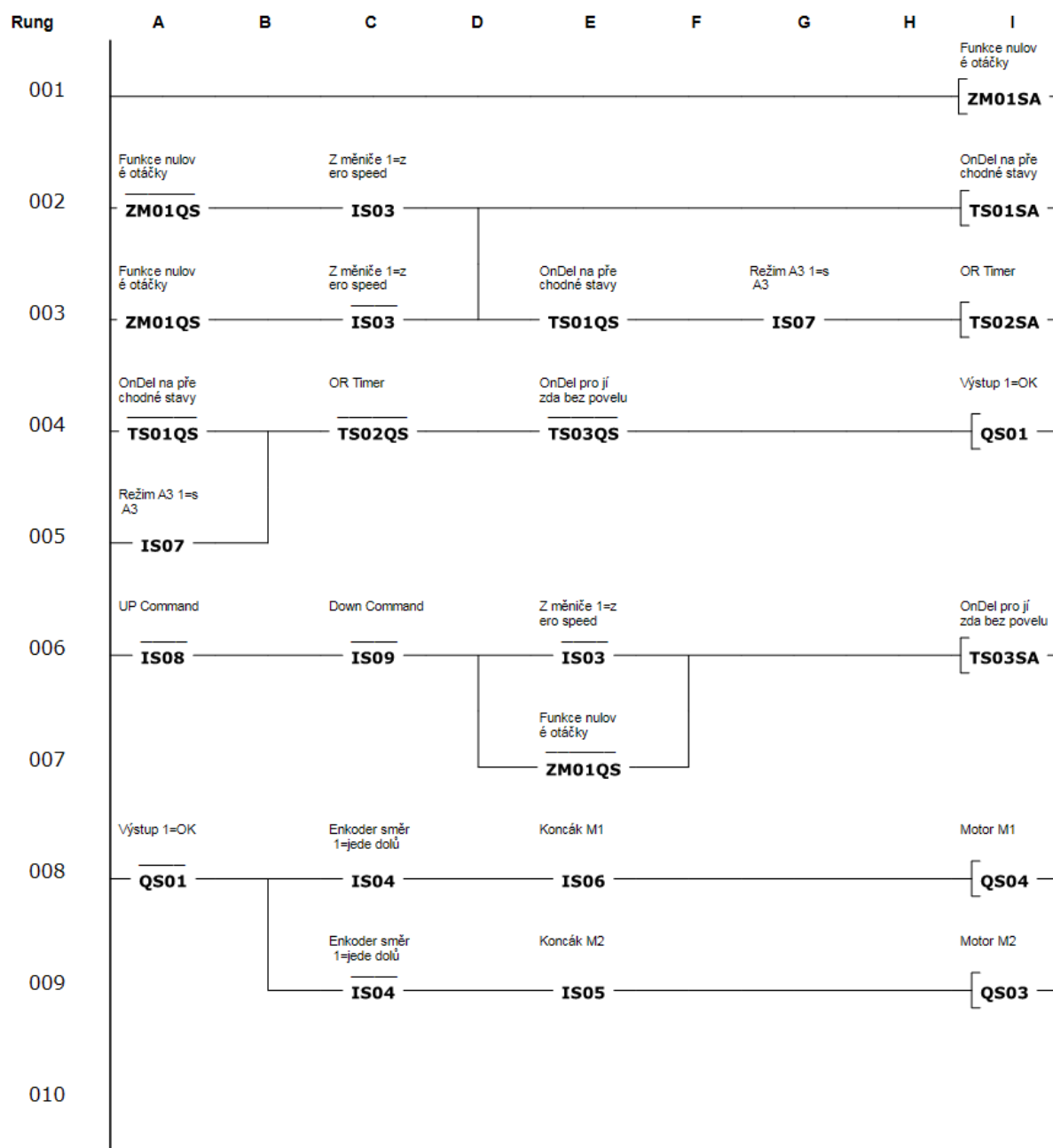
Výstup OUT 1 je výstup, na základě kterého zjistíme stav tohoto systému. Pokud je stav v bezporuchovém režimu, tedy otáčky motoru a enkodéru jsou souhlasné a vše funguje jak má, jedná se o normální stav.

Výstup OUT 2 je výstup pro signalizaci poruchy. Tento výstup má funkci jak signalizovat poruchu, tak zároveň vypnout pohon výtahu pokud tak nebylo učiněno. Jako rozšiřující funkce by mohla být uvedena komunikace GMS modulu, se servisním technikem aktivována právě tímto výstupem.

Výstup OUT3 ovládá již vybavovací pohon zachycovačů ve směru nahoru. Tento stav nastane například, když prázdnou kabinu výtahu, začne přetahovat protizávaží přes opotřebené drážky trakčního kotouče. Pro tyto případy se užívá obou směrného zachycovače, který vybaví horní válečky (rolny) a tím dojde k zaseknutí. Zabrání se tím případné poškození stropu klece, nebo naopak nárazu protizávaží na dno výtahové šachty.

Výstup OUT4 ovládá vybavovací pohon zachycovačů ve směru dolů. Tento stav nastane mnoha způsoby. Jsou zde možnosti přetížení kabiny, nebo ztráta schopnosti zabrzdit motor. Při ztrátě trakce se může kabina výtahu rozjet směrem dolů i při otáčení motoru, který vykonává jízdu opačným směrem. Pokud tedy systém proti nekontrolovatelnému pohybu selže, vybaví bezpečnostní relé pohon určený pro směr dolů tedy M1. Ten zapříčiní výsun spodních válečků a zastaví tak kabinu výtahu.

Princip a funkce programu je znázorněna na obrázku č. 6. 1. Tento program, je vytvořen v bezpečnostním módu programu Easysoft Safety.



Obr. 6.1 Schéma programu bezpečnostního relé Easy safety [vlastní zdroj]

7 Vyhodnocení funkce a přínosu navržené úpravy

Tento systém je tedy navržen, jak již bylo několikrát zmíněno, jako doplňkový, ne jako hlavní mechanismus pro vybavení zachycovačů. Funkce omezovače rychlosti vybavit zachycovače, musí být zachována a nesmí být nijak omezována tímto navrhovaným systémem.

Hlavním přínosem tohoto systému je elektronická kontrola stavu opotřebení trakce a zajištění nekontrolovatelného pohybu klece při vypnutém motoru ale i při stavu kdy je výtah v jízdě. A to i v případech selhání lidského faktoru, tím se myslí chybně vyhodnocena vizuální prohlídka stavu trakce, lan, omezovače rychlosti, čistoty v šachtě.

Dále je tento systém pojistkou pro poruchové stavy, které můžou nastat na OR, nebo trakčním kole a tím ztrátu schopnosti vybavit zachycovače, nebo znemožnit nekontrolovatelný pohyb klece či samotný pád. Tento systém dá obsluze jasně na vědomí typ poruchy a tím ji nasměruje přímo na daný problém.

Norma ČSN EN 81-20 odst. 5.6.2.1.6.4 je výslovně zakazuje vybavení zachycovačů hydraulicky, pneumaticky, ale i elektricky. Zároveň v ČSN EN odst. 5.6.7.1 je uvedeno, že výtahy musí být opatřeny prostředky k zastavení neúmyslného pohybu klece, jako výsledek poruchy jedné komponenty výtahového stroje, nebo řídicího systému pohonu, na kterých závisí bezpečný pohyb klece“. Tento předpis nezahrnuje poruchy nosných lan nebo řetězů, třecího kotouče, bubnu, řetězových kol výtahového stroje, pružných hadic, ocelového potrubí a válce“. Z tohoto předpisu vyplývá, že nezahrnuje, nebo vůbec nebere na vědomí výskyt poruchy právě na OR, jako jediném systému proti nekontrolovatelnému pohybu či pádu klece.

Nevýhoda tohoto systému spočívá v mírném zvýšení energetické náročnosti výtahu. Bohužel tento systém nebyl nikde otestován a nijak se tedy nedalo ověřit, jak se změní spotřeba výtahu. Zároveň ale není předpokládáno výrazné navýšení spotřeby, vzhledem k tomu že aktivní součástky enkodér a bezpečnostní relé nejsou energeticky nijak zvlášť náročné.

Další nevýhoda tohoto systému spočívá v případě reakce k zastavení klece, v neurčení místa zastavení. To má za následek nouzové vyproštění osob hasičů, nebo okamžitý zásah odborně způsobilých osob určených k provádění údržby, vyproštění nebo servisu.

Doplňkový bezpečnostní systém má tedy reagovat při poruše OR nebo ztrátě trakční schopnosti. Tyto stavy nejsou nějak zvlášť ojedinělé, ale při jejich výskytu je samozřejmostí, aby tento systém byl spolehlivý a zároveň co nejrychlejší. Ovšem konstrukční úpravou, zvoleným typem pohonu pro vybavení a časovou prodlevou od zaznamenání poruchy až po vybavení je zde třeba vymezit zvláštní časovou toleranci, konkrétně vyšší než jakou udává norma pro OR.

V dnešní době se klade důraz především na bezpečnost, díky čemu je často vydáno spousta předpisů a nařízení, které nejsou vždy přínosem pro bezpečnost výtahu, ale naopak komplikují montáž a samotnou výrobu výtahu a tím zvyšují cenu a zároveň snižují konkurenceschopnost společností

zaměřené na dodávku výtahů. Navrhovaný systém, také ovlivní ekonomickou stránku výtahů a i mírně konstrukční provedení, ale je na zvážení zda se i nadále spoléhat pouze na jeden bezpečnostní komponent.

Součástí této diplomové práce je také funkční jednoduchý model elektrického vybavení zachycovačů, kde jsou použity výše uvedené komponenty v kapitole 5. Tyto komponenty jsou nainstalovány a propojeny tak, aby co nejvěrohodněji napodobily systém na reálném výtahu. Tento model je zkonstruován tak, aby v žádném případě neomezil funkci OR. Použití lineárních aktuátorů zajišťuje nenáročnou montáž a zároveň optimální velikost celého systému, tak aby nepřekážela a nijak neomezovala ostatní prvky umístěné na rámu výtahové klece. Reálný funkční model je nafocen a popsán v příloze č. 3 této diplomové práce.

Osobně si myslím, že tento systém doplňkové ochrany je účelný a praktický ve směrech kontroly bezpečnosti a signalizace poruch.

8 Závěr

Zadáním této diplomové práce bylo úprava bezpečnostního systému. Jedná se tedy o úpravu respektive návrh bezpečnostního systému, ve smyslu záložního či doplňujícího k jedinému dnes používanému systému omezovače rychlosti i s ochranou proti nekontrolovatelnému systému.

Tato práce byla konzultována s odborníky ve výtahových oborech. Výsledkem byla nezávislá shoda v nedostačující ochraně proti nekontrolovatelnému pohybu klece, opotřebení trakce a zajištění bezpečnostní funkce při nefunkčním, nebo poškozeném stávajícím bezpečnostním systémem.

V této práci je popsán a navržen systém elektrického vybavení zachycovačů, který norma ČSN 81-20 výslovně společně s pneumatickým a hydraulickým vybavením zachycovačů zakazuje. Jelikož se ale nejedná o hlavní bezpečnostní komponent pro vybavení zachycovačů, lze tuto ochranu považovat jako ochranný prostředek, který tato norma již dovoluje. Podmínkou musí být splněna nezávislá funkce. Tento doplněk reaguje až po naprostém selhání stávajícího bezpečnostního předpisu a proto jej nesmí ve své funkci žádným způsobem omezovat, nebo ovlivňovat. Musí být zachován konstrukčním provedením absolutní schopnost vybavení zachycovačů stávajícím omezovačem rychlosti, což splňuje.

K tomuto tématu nebylo k dispozici podrobných materiálů, jelikož se jedná o součásti patentované zahraničními společnostmi, které uveřejňují jen obecné popisy a informace. Z tohoto důvodu byly prováděny konzultace se společnostmi zabývající se výtahovou technologií, kdy nezávisle na sobě byly popsány poruchy a jiné problémy spojené s tímto systémem přímo z praxe.

Cílem této práce bylo vytvořit a popsat doplňující bezpečnostní systém, který jak se ukázalo v průběhu vypracování, zaznamená hned několik nebezpečných stavů. Hlavním cílem tohoto systému bylo nahradit poškozený, nebo nefunkční omezovač rychlosti i s OPNPK. Dalším zjištěním při použití tohoto systému je kontrola opotřebení trakce, kdy je zaznamenáván již první prokluz lan s následným uvedením výtahu mimo provoz. U bezpřevodových ale i převodových pohonů jsou použity různé typy brzd. Tento systém reaguje i při poruchách na těchto prvcích. U bezpřevodových pohonů jsou použity certifikované brzdy nezávislé na sobě, vedené jako bezpečnostní komponent. Tento komponent je jištěn v případě poruchy omezovačem rychlosti. Na OR u těchto systému ale není kladen požadavek OPNPK, tudíž v případě nezabrzdnění pohonu vlivem, ať už mechanického, nebo elektrického poškození se stává výtah nebezpečným. Důležitou roli v takovém případě hraje i vliv prostředí na brzdu pohonu jako je například prach, mastnota a jiné. Jedná se tedy o určitou pojistku v případě nesprávné kontroly, nebo k podcenění stavu trakce a ostatních komponentů.

Použití tohoto systému lze u většiny typu výtahů. V diplomové práci bylo jednáno o prokluzu nosných lan v trakci. Dalším použitím je pro výtahy, jejichž nosným prvkem jsou pásy či řetěz. Dále u všech výtahů, které používají OR bez, nebo s ochranou proti nekontrolovatelnému pohybu klece.

Tento systém díky své jednoduchosti, všestrannosti a většině komponentů používaných již u dodávaných výtahu jako je enkodér, řídicí jednotka, jejíž funkci stačí jen rozšířit o potřebné vstupní a výstupní bloky, by se mohl stát standardní bezpečnostní výbavou výtahu.

V této diplomové práci jsou uvedené i možné nevýhody tohoto systému. Dle mého názoru by tento systém byl, možná i účelným přínosem, pro zvýšení bezpečnosti a eliminaci některých dosud nezabezpečených poruch či stavů při provozu výtahů.

Literatura

Elektronické a knižní zdroje:

- [1] ČERVENKA Vladimír, RUMML Hanuš Ing. Výtahy, opravy a údržba; vydání první; STNL; Praha1; 1976, 372 s.
- [2] Výtahová technologie. Dostupné z: <https://www.i-vytahy.cz/cs/sekce/nove-vytahy/historie-vytahu.html>
- [3] Obousměrné zachycovače a jejich charakteristika. Dostupné z: [www.globalelevators.cz/content/download/260/1317/file/PR-2500-UD\[1\].pdf](http://www.globalelevators.cz/content/download/260/1317/file/PR-2500-UD[1].pdf)
- [4] Lineární aktuátory a jejich charakteristika. Dostupné z: <http://www.linak.cz/products/linear-actuators.aspx?product=LA12>
- [5] Enkodér a jeho charakteristika. Dostupné z: http://www.lika.it/eng/prodotti.php?id_titolo=C80
- [6] Bezpečnostní relé a jeho charakteristika. Dostupné z: <http://www.elektroprumysl.cz/automatizace/bezpecne-monitorovani-a-rizeni-stroju-s-easysafety>
- [7] Analýza rizik. Dostupné z: <http://uyp-cr.cz/images1/PK%20-%202.pdf>
- [8] Certifikovaná elektromagnetická brzda. Dostupné z: https://www.mayr.com/synchronisation/documentations/p_8010_v06_en_29_04_2014.pdf
- [9] Schéma výtahové šachty. Dostupné z: <http://vytahy.sk/Vynalez.html>
- [10] Klasická elektromagnetická brzda čelist'ová. Dostupné z: http://www.wykov.cz/images/wykov_vykresy_brzdy.pdf
- [11] Omezovač rychlosti s ochranou proti nekontrolovanému pohybu klece. Dostupné z: http://domes.spssbrno.cz/web/DUMy/SPS,%20MEC,%20CAD/VY_32_INOVACE_07-12.pdf

Ostatní materiály

Interní materiály – Výtahy – Elektro Žižka spol. s r. o.

Interní materiály – EATON Elektrotechnika s. r. o.

Interní materiály - FRONTIER COMPONENTS s r. o.

Seznam příloh

- Příloha č. 1 Doplnkové informace o lineárních aktuátorech použitých pro vybavení zachycovačů
- Příloha č. 2 Základní požadavky na ochranu zdraví a bezpečnost
- Příloha č. 3 Fotodokumentace konstrukčního řešení modelu

Příloha č. 1 – Doplnkové informace o lineárních aktuátorech použitých pro vybavení zachycovačů

Zkoušky odolnosti proti vlivům prostředí - Klimatické podmínky

Test	Specifikace	Poznámka
Stupeň krytí	EN60529 – IP6x	IP6X - prach : Prachotěsný, prach neproniká do vnitřních částí Pohon neaktivován
	EN60529 – IPx6	IPX6 – voda : Není povoleno pronikání vody v množství, které může způsobit poškození Průběh : 100 litrů za minut po dobu 3 minut Pohon neaktivován
	EN60529 – IPx6 - dynamic	IPX6 - zapojený pohon : Pohon se vysouvá a zasouvá po dobu 3 minut. 100 (l/min.) proud vody namířený na stírací kroužek 3 min.
Slaná mlha	EN60068-2-52 (Kb)	Cyklická zkouška solnou mlhou : Solný roztok: 5% chlorid sodný (NaCl) 4 periody postřiku, každá v délce 2 hodiny, po každé periodě skladování ve vlhku po dobu 20 dnů. Během testování je pohon připojen k napájení. Doba expozice : 10000 cyklů

Zkoušky odolnosti proti vlivům prostředí - Mechanická odolnost

Test	Specifikace	Poznámka
Minimální provozní teplota		Jednotka zapojena a v provozu 96hod. při -40°C
Maximální provozní teplota		Jednotka zapojena a v provozu 96hod. při 105°C
Mechanický náraz (manipulace) - upuštění	BS2011 část 2.1 Eb.	Pád z výšky 400mm na lavici z tvrdého dřeva min. 40mm silnou. Ze všech směrů a stran.
Mechanický náraz (provozní)		100 ze 400m/s, 2-6 ms nárazy, ze 3 směrů
Vibrace (různé)		24 hodin, mezní frekvence 10Hz při 0,005 g ² /Hz, 150Hz při 0,060 g ² /Hz, 220Hz při 0,080 g ² /Hz 350Hz při 0,040 g ² /Hz
Vibrace (zjištění rezonancí)		10 Hz - 2 KHz při 4G, stupeň = 1 oktáva/min
Rázy		40G během 6ms x 100 v každém směru a ose

Zkoušky odolnosti proti vlivům prostředí - Elektrická odolnost

Standard	Specifikace	ZAMĚŘENO NA
EN/IEC 60204-1 : 2006 +A1: 2009	Bezpečnost strojních zařízení - Elektrická zařízení strojů - Část 1 : Všeobecné požadavky	<ul style="list-style-type: none"> PRŮMYSLOVÁ AUTOMATIZACE
EN/IEC 60204-32: 2008	Bezpečnost strojních zařízení - Elektrická zařízení strojů - Část 32 : Požadavky na elektrická zařízení zdvihacích strojů	<ul style="list-style-type: none"> PRŮMYSLOVÁ AUTOMATIZACE PLOŠINY, ZVEDÁKY
EN/IEC 61000-6-1 : 2007	Elektromagnetická kompatibilita (EMC) - Část 6-1 : Kmenové normy - Odolnost - Prostředí obytné, obchodní a lehkého průmyslu	<ul style="list-style-type: none"> PRŮMYSLOVÁ AUTOMATIZACE
EN/IEC 61000-6-2 : 2005	Elektromagnetická kompatibilita (EMC) - Část 6-2 : Kmenové normy - Odolnost - Prostředí obytné, obchodní a lehkého průmyslu	<ul style="list-style-type: none"> PRŮMYSLOVÁ AUTOMATIZACE
EN/IEC 61000-6-3 : 2007 + A1:2011	Elektromagnetická kompatibilita (EMC) – Část 6-3 : Kmenové normy – Emise – Prostředí obytné, obchodní a lehkého průmyslu	<ul style="list-style-type: none"> PRŮMYSLOVÁ AUTOMATIZACE
EN/IEC 61000-6-4 : 2007 + A1:2011	Elektromagnetická kompatibilita (EMC) - Část 6-4 : Kmenové normy - Emise - Průmyslové prostředí	<ul style="list-style-type: none"> PRŮMYSLOVÁ AUTOMATIZACE

Řešení problémů

Symptom	Možná příčina	Postup
Motorek běží, ale pístnice se nepohybuje	Převody nebo závitová tyč pohonu jsou poškozeny	Kontaktujte LINAK
Motorek nevydává zvuk nebo se nepohybuje pístnice	Pohon není správně připojen ke zdroji	Zkontrolujte připojení ke zdroji nebo externí řídicí jednotce (je-li v systému)
	Spálená pojistka	Zkontrolujte pojistku
	Poškozený kabel	Kontaktujte LINAK
	<u>Pouze pro IC:</u> Nesprávné zapojení	<u>Pouze pro IC:</u> Ujistěte se, že je zdroj připojen správně (polarita), v opačném případě může dojít k poškození pohonu Zkontrolujte zapojení na interní řídicí jednotce
Nadměrná spotřeba elektrické energie	Zařízení je zatíženo nerovnoměrně nebo přetíženo	Srovnejte nebo snižte zatížení
		Vyzkoušejte funkci pohonů bez zatížení
Pohon nezvedne plné zatížení nebo motorek běží příliš pomalu	Zařízení je zatíženo nerovnoměrně nebo přetíženo	Srovnejte nebo snižte zatížení
		Vyzkoušejte funkci pohonů bez zatížení
	Výkon zdroje není dostačující	Zkontrolujte zdroj

Symptom	Možná příčina	Postup
Nesprávný nebo žádný signál ze zpětné vazby	Poškozený kabel	Kontaktujte LINAK
	Nesprávné zapojení	Zkontrolujte vodiče
	Signál je trvale vysoký / nízký	Projedte pohon do koncových poloh (plně vytaženo a plně zataženo)
	Přetížený výstup zpětné vazby	Snižte zatížení podle zvoleného typu zpětné vazby
Motorek se posouvá po malých krocích	Výkon zdroje není dostačující	Zkontrolujte zdroj
	Zatížení je oproti specifikaci vyšší	Snižte zatížení
Pohon(y) neudrží zátěž	Zatížení je oproti specifikaci vyšší	Snižte zatížení

Příloha č. 2 - Základní požadavky na ochranu zdraví a bezpečnost

Úvodní ustanovení

1. Povinnosti týkající se základních požadavků na ochranu zdraví a bezpečnost se uplatňují pouze tehdy, existuje-li u daného výtahu nebo bezpečnostní komponenty pro výtahy při použití v souladu s podmínkami dodavatele nebo výrobce riziko.

2. Základní požadavky na ochranu zdraví a bezpečnost, které jsou obsaženy v tomto nařízení, jsou závazné. Cíle, které stanovují, však nemusí být za současného stavu techniky dosažitelné. V těchto případech musí být výtah nebo bezpečnostní komponenty pro výtahy navrženy a konstruovány takovým způsobem, aby se co nejvíce přiblížily těmto cílům.

3. Výrobce a dodavatel provádějí posouzení rizik, aby stanovili všechna rizika, která se týkají výtahu nebo bezpečnostní komponenty pro výtahy, které vyrábí; tyto výrobky pak musí navrhovat a vyrábět s ohledem na tuto analýzu.

1. Obecně

1.1 Použití nařízení vlády č. 176/2008 Sb., o technických požadavcích na strojní zařízení, ve znění pozdějších předpisů (dále jen "nařízení vlády č. 176/2008 Sb."). Pokud existuje relevantní riziko, které není uvedeno v této příloze, platí základní požadavky na ochranu zdraví a bezpečnost vztahující se na návrh a konstrukci strojních zařízení uvedené v příloze č. 1 k nařízení vlády č. 176/2008 Sb. Základní požadavky na ochranu zdraví a bezpečnost uvedené v bodě 1.1.2 přílohy č. 1 k nařízení vlády č. 176/2008 Sb. se použijí v každém případě.

1.2 Nosná část Nosná část výtahu musí mít podobu klece. Tato klec výtahu musí být navržena a konstruována tak, aby její prostor a pevnost odpovídaly dodavatelem stanovenému maximálnímu počtu osob a nosnosti výtahu. Jestliže to rozměry dovolují, musí být klec u výtahů určených pro přepravu osob navržena a konstruována tak, aby její konstrukce nepřekážela ani nebránila v přístupu a používání osobám s omezenou schopností pohybu a orientace a aby umožňovala veškeré vhodné úpravy, které mohou těmto osobám usnadnit její používání.

1.3 Závěsná a podpěrná zařízení Závěsná nebo podpěrná zařízení klece výtahu, její upevňovací a spojovací části musí být vybrány a navrženy tak, aby zajišťovaly potřebnou úroveň bezpečnosti a minimalizovaly riziko pádu klece, přičemž se berou v úvahu podmínky používání, použité materiály a výrobní podmínky. Tam, kde se k zavěšení klece užívají lana nebo řetězy, musí se použít minimálně 2 samostatná lana nebo řetězy, každé se samostatným upevněním. Tato lana a řetězy nesmějí mít žádné spoje ani spletení, pokud to není nutné pro upevnění nebo k vytvoření ok.

1.4 Kontrola zatížení (včetně nadměrné rychlosti) 1.4.1 Výtahy musí být navrženy, vyrobeny a nainstalovány tak, aby v případě překročení nosnosti bylo zabráněno povelu k uvedení do pohybu.

1.4.2 Výtahy musí být vybaveny omezovačem rychlosti. Tento požadavek se nevztahuje na výtahy, u nichž konstrukce pohonu zabraňuje překročení rychlosti.

1.4.3 Rychlovýtahy musí být vybaveny zařízením kontrolujícím a omezujícím rychlost.

1.4.4 Výtahy poháněné třecími kotouči musí být konstruovány tak, aby byla zajištěna trakce nosných lan na kotouči.

1.5 Výtahový stroj

1.5.1 Každý osobní výtah musí mít svůj vlastní výtahový stroj. Tento požadavek se nevztahuje na výtahy, ve kterých jsou vyvažovací závaží nahrazena druhou klecí.

1.5.2 Dodavatel zajistí, aby výtahový stroj a k němu patřící zařízení byly nepřístupné, s výjimkou údržby a nouzových případů.

1.6 Ovládání

1.6.1 Ovládací prvky výtahů určených pro osoby s omezenou schopností pohybu a orientace musí být vhodně konstruovány a umístěny.

1.6.2 Funkce ovládacích prvků musí být jasně označeny.

1.6.3 Přivolávací obvody skupiny výtahů mohou být společné nebo propojené.

1.6.4 Elektrické obvody výtahů musí být instalovány a zapojeny tak, aby

a) byla vyloučena možnost záměny s obvody, které nemají s výtahem nic společného,

b) bylo možné zapnout napájení při zatížení,

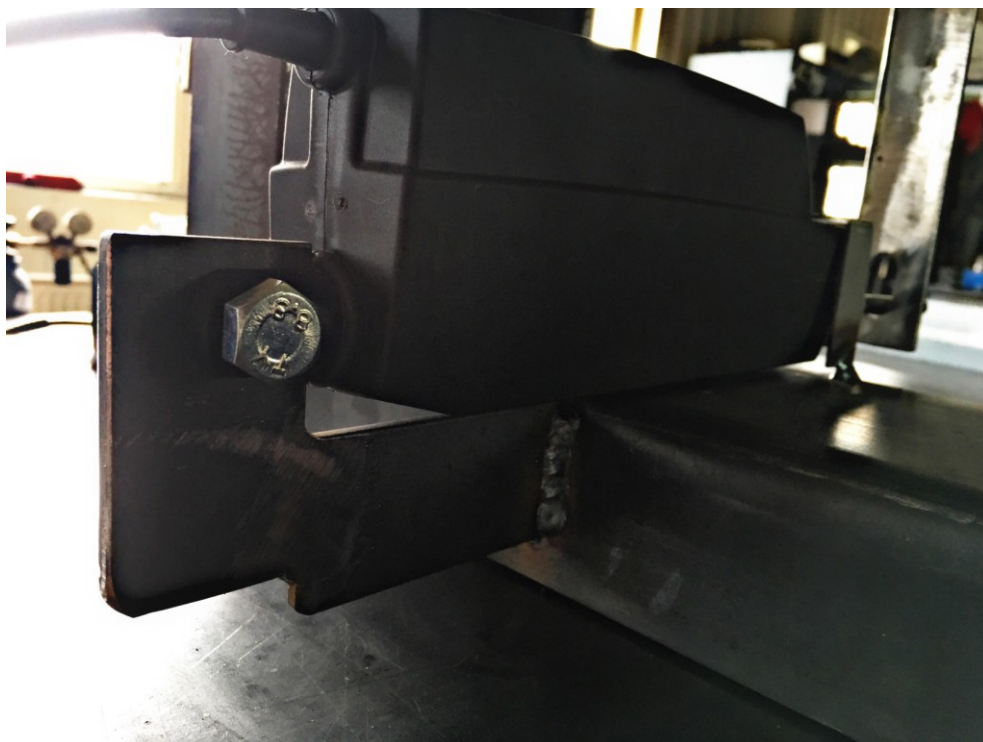
c) jízda výtahu závisela na elektrických bezpečnostních zařízeních umístěných v samostatném elektrickém ovládacím bezpečnostním obvodu a

d) závada v elektrické instalaci nezpůsobila nebezpečnou situaci.

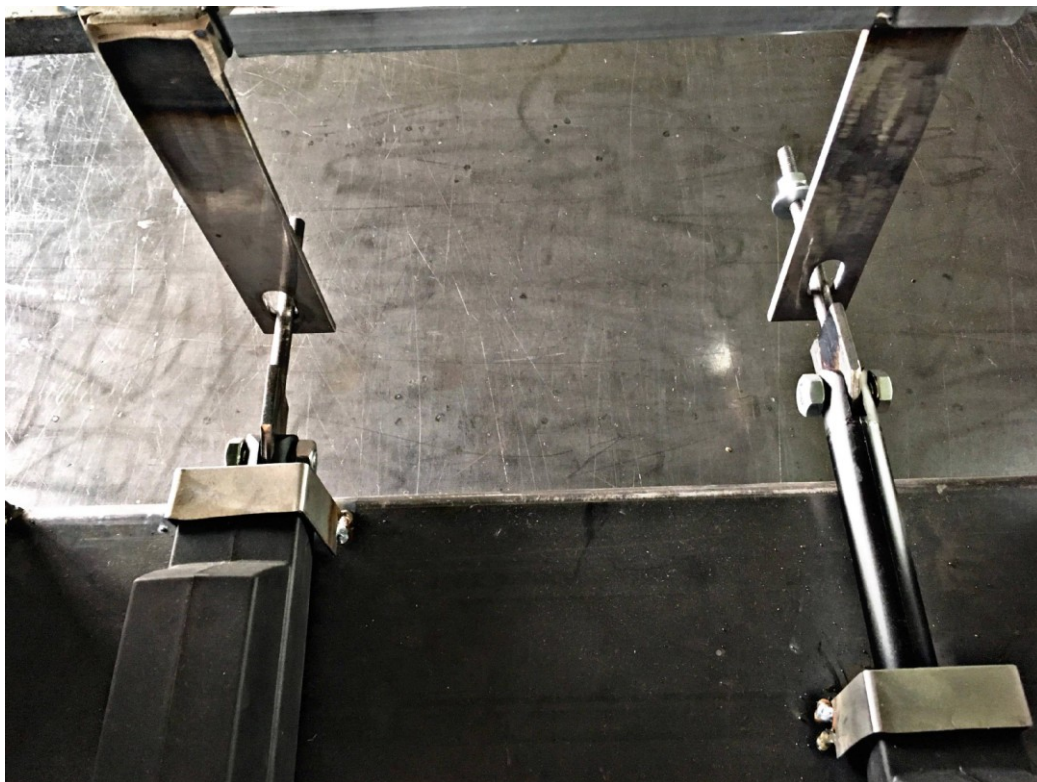
Příloha č. 3 – Fotodokumentace konstrukčního řešení modelu



Obousměrný zachycovač



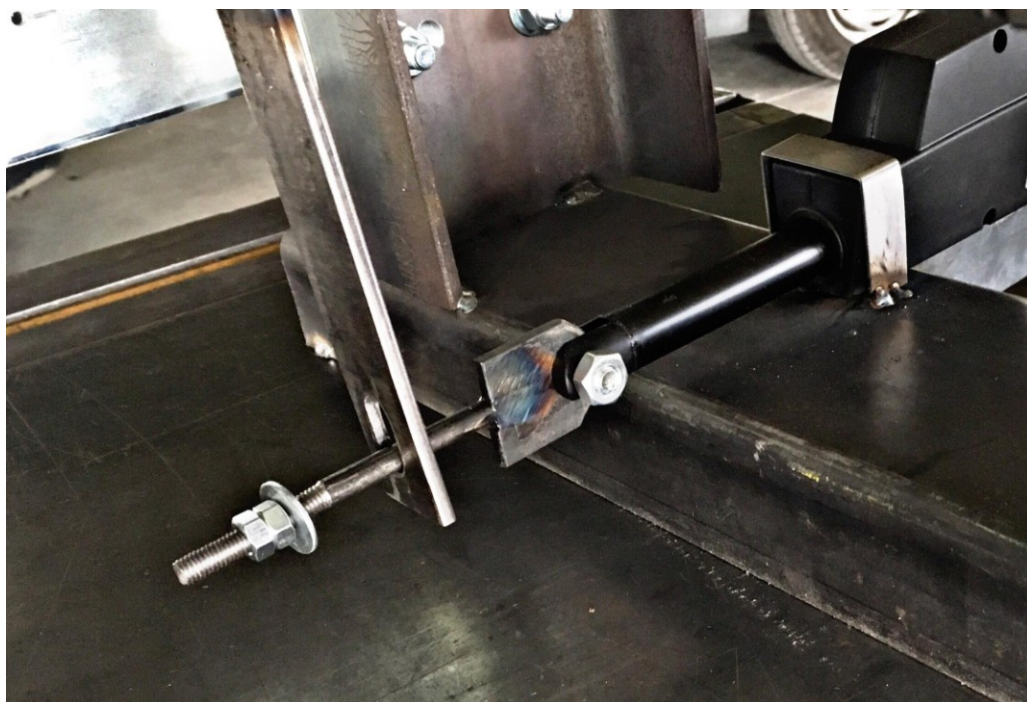
Pohled na uchycení lineárního aktuátoru



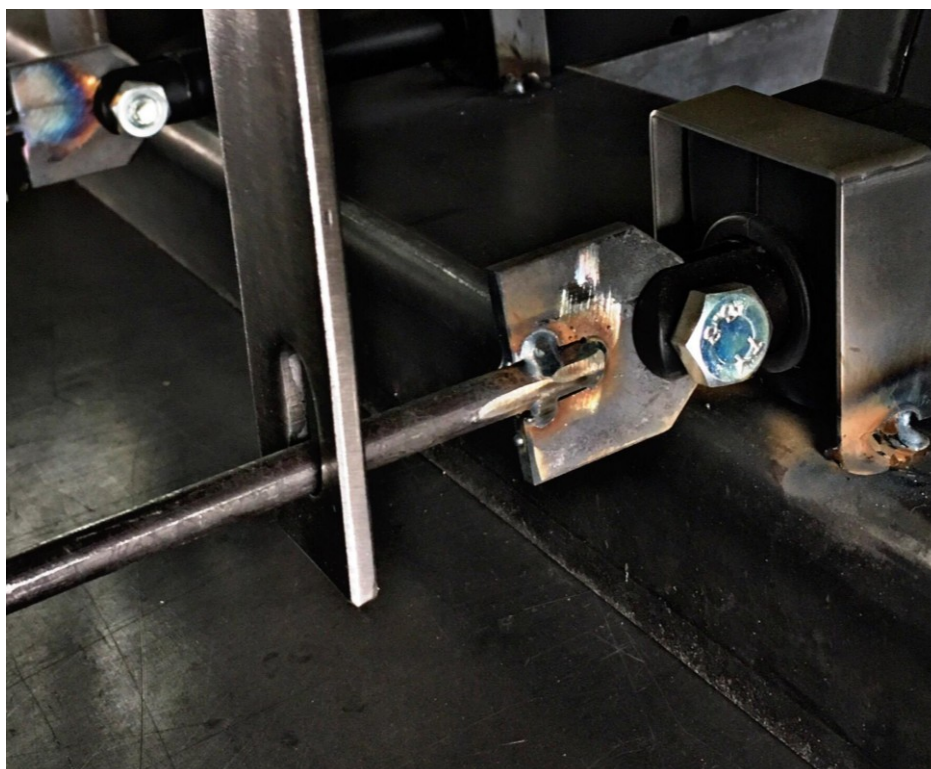
Pohled na lineární aktuátory spojené s hřídeli zachycovačů



Konstrukční úprava pro plnohodnotnou schopnost vybavit zachycovače omezovačem rychlosti



Detail konstrukční vůle pro OR



Detail konstrukční vůle pro OR



Flexibilní úchyt lineárního aktuátoru.